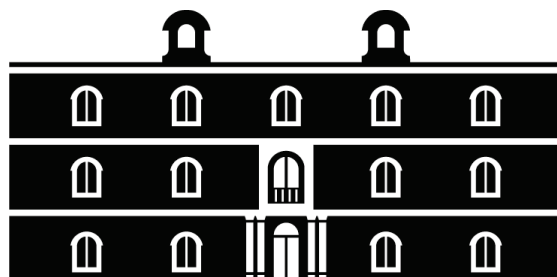




**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



**industriales**  
etsii UPCT

# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

**Titulación:** Ingeniería Industrial  
**Alumno/a:** José Ángel Tomás Gabarrón  
**Director/a/s:** D. Francisco Javier Cánovas  
Rodríguez

Cartagena, Mayo 2012

# **ÍNDICE GENERAL**

**DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

**DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

**DOCUMENTO N°3: PLANOS**

**DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO**

**DOCUMENTO N°5: PLIEGO DE CONDICIONES**

**ANEXO N°1: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD  
Y SALUD**

**ANEXO N°2: CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS DE  
LA NAVE INDUSTRIAL**

**ANEXO N°3: CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS DEL  
ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE  
APARCAMIENTOS**

**ANEXO N°4: DESCRIPCIÓN DETALLADA GRÚAS  
MUELLE NORTE/ESTE**

# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

## **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

### **TITULACIÓN:**

Ingeniería Industrial

### **AUTOR:**

José Ángel Tomás Gabarrón

### **DIRECTOR:**

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

FECHA: mayo, 2012

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO DEL PROYECTO</b>	<b>7</b>
<b>2. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>7</b>
<b>3. NORMAS Y REFERENCIAS</b>	<b>8</b>
3.1. Disposiciones legales y normas	8
3.2. Recursos Web	9
3.3. Bibliografía	9
3.4. Programas de cálculo	10
<b>4. MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA NAVE INDUSTRIAL</b>	<b>11</b>
4.1. Superficies y Características de la nave	11
4.2. Instalación eléctrica	11
4.2.1. Condiciones generales	11
4.2.2. Tipo de suministro eléctrico	12
4.2.3. Acometida	13
4.2.4. Línea General de Alimentación	13
4.2.5. Derivación Industrial	13
4.2.6. Caja General de Protección	13
4.2.7. Cuadros de mando y protección	14
4.2.7.1. Cuadro principal	15
4.2.7.2. Cuadros secundarios	16
4.2.7.3. Subcuadro zona de oficinas	17
4.2.7.4. Subcuadro sala de exposiciones	18
4.2.8. Canalizaciones eléctricas	18
4.2.8.1. Conductores aislados bajo tubos protectores	19
4.2.8.2. Conductores aislados enterrados	20
4.2.8.3. Conductores aislados en el interior de la construcción	20
4.2.8.4. Conductores aislados en bandejas o soportes de bandejas	21
4.2.8.5. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones eléctricas	21
4.2.9. Conductores	21
4.2.10. Cajas de empalme	23



4.2.11. Mecanismos y tomas de corriente _____	24
4.2.12. Características Generales de la Instalación de Alumbrado _____	24
4.2.12.1. Iluminación interna _____	25
4.2.12.2. Iluminación almacén _____	25
4.2.12.3. Iluminación hall _____	26
4.2.12.4. Iluminación pasillo _____	26
4.2.12.5. Iluminación oficinas y sala de reuniones _____	26
4.2.12.6. Iluminación aseos masculino y femenino _____	26
4.2.12.7. Iluminación sala de exposiciones _____	26
4.2.12.8. Iluminación de emergencias _____	27
4.2.12.9. Iluminación exterior _____	28
4.2.13. Instalación de puesta a tierra _____	28
4.2.13.1. Toma de tierra _____	28
4.2.13.2. Conductores de tierra _____	28
4.2.13.3. Conductores de protección _____	29

<b>5. MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS _____</b>	<b>30</b>
5.1. Instalación de alumbrado _____	30
5.1.1. Introducción _____	30
5.1.2. Sistema de instalación propuesto _____	30
5.1.3. Luminarias _____	32
5.1.4. Apoyos _____	33
5.2. Instalación eléctrica _____	33
5.2.1. Acometida _____	34
5.2.2. Armario general _____	34
5.2.2.1. Caja general de protección (CGP) _____	34
5.2.2.2. Módulo para medida _____	34
5.2.2.3. Cuadro de protección y mando _____	35
5.2.3. Trazado y características de las líneas de distribución _____	35
5.2.4. Puesta a tierra _____	36
5.3. Obra civil: canalizaciones y arquetas _____	37
5.4. Potencias _____	37
5.4.1. Potencia instalada _____	37

5.4.2.	Potencia máxima admisible _____	37
5.4.3.	Potencia a controlar _____	38
5.5.	Eficiencia energética de una instalación _____	38
5.5.1.	Eficiencia energética _____	38
5.5.2.	Requisitos mínimos de eficiencia energética _____	39
5.5.3.	Calificación energética de las instalaciones de alumbrado _____	40
5.5.4.	Componentes de las instalaciones _____	41
<b>6.</b>	<b>MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LAS DOS GRÚAS PORTUARIAS _____</b>	<b>42</b>
6.1.	Descripción de la instalación _____	42
6.1.1.	Sistemas eléctricos principales _____	42
6.1.1.1.	Armario de baja tensión _____	42
6.1.1.2.	Sistema de 24Vcc _____	42
6.1.1.3.	Sistemas de control _____	42
6.1.1.4.	Pupitre de control _____	42
6.1.1.5.	Mando por radio _____	43
6.1.2.	Topología de la instalación _____	43
6.2.	Criterios de cálculo de la instalación _____	43
6.3.	Criterios básicos de diseño _____	43
6.3.1.	Ubicación de los equipos _____	43
6.3.2.	Armarios eléctricos _____	44
6.3.2.1.	Características técnicas _____	44
6.3.2.2.	Diseño constructivo _____	44
6.3.2.3.	Distribución _____	45
6.3.2.4.	Características de los componentes _____	46
6.3.2.5.	Cableado _____	47
6.3.3.	Potencia eléctrica de cada máquina _____	48
<b>7.</b>	<b>MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN BUCLE, DENOMINADO CT1 _____</b>	<b>49</b>
7.1.	Características Generales del Centro de Transformación _____	49
7.1.1.	Características celdas CAS 36kV _____	49
7.1.2.	Características celdas SM6 36kV _____	49

7.2. Programa de necesidad y potencia instalada en kVA _____	50
7.3. Descripción de la instalación _____	50
7.3.1. Obra Civil _____	50
7.3.1.1. Local _____	50
7.3.1.2. Características del local _____	50
7.3.2. Instalación eléctrica _____	53
7.3.2.1. Características de la red de alimentación _____	53
7.3.2.2. Características Generales de la Aparamenta de Alta Tensión _____	53
7.3.2.3. Características individuales de cada celda _____	55
7.3.2.4. Características de los transformadores _____	59
7.3.2.5. Características material vario de Alta Tensión _____	62
7.3.3. Medida de la energía eléctrica _____	62
7.3.4. Puesta a tierra _____	62
7.3.4.1. Tierra de protección _____	62
7.3.4.2. Tierra de servicio _____	63
7.3.4.3. Tierras interiores _____	63
7.3.5. Instalaciones secundarias _____	63
7.3.5.1. Alumbrado _____	63
7.3.5.2. Baterías de condensadores _____	64
7.3.5.3. Protección contra incendios _____	64
7.3.5.4. Ventilación _____	64
7.3.5.5. Medidas de seguridad _____	64

<b>8. MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN PUNTA, DENOMINADO CT2 _____</b>	<b>66</b>
8.1. Características Generales del Centro de Transformación _____	66
8.1.1. Características celdas SM6 36kV _____	66
8.2. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA _____	66
8.3. Descripción de la instalación _____	66
8.3.1. Obra Civil _____	66
8.3.1.1. Local _____	66
8.3.1.2. Características del local _____	67
8.3.2. Instalación eléctrica _____	70
8.3.2.1. Características de la red de alimentación _____	70

8.3.2.2. Características Generales de la Aparamenta de Alta Tensión _____	70
8.3.2.3. Características individuales de cada celda _____	71
8.3.2.4. Características del transformador _____	72
8.3.2.5. Características material vario de Alta Tensión _____	72
8.3.3. Medida de la energía eléctrica _____	74
8.3.4. Puesta a tierra _____	74
8.3.4.1. Tierra de protección _____	74
8.3.4.2. Tierra de servicio _____	74
8.3.4.3. Tierras interiores _____	74
8.3.5. Instalaciones secundarias _____	75
8.3.5.1. Alumbrado _____	75
8.3.5.2. Baterías de condensadores _____	75
8.3.5.3. Protección contra incendios _____	75
8.3.5.4. Ventilación _____	75
8.3.5.5. Medidas de seguridad _____	76

## **1. OBJETO DEL PROYECTO:**

El desarrollo del presente Proyecto tiene por finalidad describir la actividad a desarrollar y justificar las soluciones adoptadas para el desarrollo de las siguientes instalaciones:

- Instalación Eléctrica en Baja Tensión de una nave industrial, cuya actividad consistirá en el almacenamiento de todo tipo de productos y materiales, cumpliendo con todas la normas establecidas por la legislación vigente.
- Instalación en Baja tensión de un Alumbrado Vial y de un Alumbrado para una Zona de Aparcamientos.
- Instalación Eléctrica en Baja tensión de dos grúas portuarias.
- Instalación de dos centros de transformación, encargados de alimentar a las diferentes cargas mencionadas anteriormente.

Es por ello que se redacta el presente proyecto, para que si en un futuro se realizaran dichas instalaciones, sea según las características técnicas de esta Memoria y Planos que le acompañan. Se han tomado las medidas oportunas para incrementar al máximo la fiabilidad en su funcionamiento y la comodidad en su uso por parte de los usuarios finales, facilitar la labor al personal encargado de su realización física, empleando materiales y símbolos normalizados.

## **2. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:**

La nave industrial se encuentra ubicada en el Polígono Industrial de Carboneras (Almería), concretamente entre la fábrica cementera Holcim y la central térmica de Endesa. Dicha nave se encuentra próxima a dos muelles, denominados “Muelle Norte” y “Muelle Este”, situándose en cada uno de ellos una grúa portuaria. En cuanto a la instalación de Alumbrado Vial y de Aparcamientos, ésta se proyectará para iluminar el tramo de la calle “Rambla Olivera” existente entre el Muelle Norte y el Muelle Este.

Finalmente, instalaremos dos centros de transformación, uno de bucle (CT1) y otro de punta (CT2), que se utilizarán con el fin de alimentar a las distintas cargas. Se situarán lo más cerca posible a las mismas, teniendo en cuenta la normativa vigente en cuanto a la ubicación de los mismos, medio ambiente, etc.

Las funciones de las distintas instalaciones serán:

- Nave: La función principal de la nave será almacenar cualquier tipo de productos y materiales destinados, en un principio, a ser aprovechados por las distintas fábricas del polígono, aunque debido a que se prevé en un futuro un uso más genérico del muelle, la variedad de productos que se podrán almacenar será aún más amplia.  
Esta nave cuenta con una zona de oficinas con el fin de gestionar el transporte, almacenamiento, etc. de los distintos productos que llegan a la misma.  
También podemos encontrar en la segunda planta de la nave una sala de exposiciones y venta, con el fin de atraer a un mayor número de clientes.

- Alumbrado Vial y de la Zona de Aparcamientos: La función principal del alumbrado será iluminar toda la zona vial y de aparcamientos existente entre el Muelle Este y el Muelle Norte.
- Grúas Muelle Norte y Muelle Este: Su finalidad será descargar continuamente en barcos y buques los productos procedentes de las fábricas, con el fin de transportarlos a cualquier parte del mundo. También podrán tener un funcionamiento inverso, es decir, descargar productos procedentes de barcos. Estos productos podrán ser almacenados en la Nave Industrial anteriormente citada, o conducidos directamente a las fábricas para ser utilizados en las mismas.
- Centros de transformación: Alimentar a las diferentes cargas instaladas. Del centro de transformación en bucle (CT1) saldrá una línea subterránea de media tensión que alimentará al centro de transformación en punta (CT2).

### **3. NORMAS Y REFERENCIAS:**

#### **3.1. Disposiciones legales y normas:**

Para la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes disposiciones legales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el Consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842 / 2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE nº. 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (Instrucciones ITC BT). Orden del 2 de Agosto de 2002 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Norma Española UNE-EN 12464-1: Iluminación en los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
- Norma Española UNE-EN 12464-2: Iluminación en los lugares de trabajo. Parte 2: Lugares de trabajo en exteriores.
- Documento Básico de Seguridad en caso de incendio, perteneciente al CTE, emitido en Marzo de 2006.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos los industriales.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas CEI.
- Normativa ATEX.
- Normativa referente a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 del 8 de Noviembre.
- Directiva de Máquinas 2006/42/CE.
- Gestión de Calidad según ISO 9001 Año 2000.
- Gestión de seguridad y salud en el trabajo según OHSAS 18001.
- Instrucciones Técnicas Complementarias de Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre de Regulación del Sector Eléctrico.
- Normas UNE/IEC y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento correspondiente.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

### **3.2. Recursos web:**

- [www.philips.com](http://www.philips.com)
- [www.scheniderelectric.com](http://www.scheniderelectric.com)
- [www.abb.com](http://www.abb.com)
- [www.pirelli.es](http://www.pirelli.es)

### **3.3. Bibliografía:**

- Apuntes Electrotecnia Industrial.  
Autores: Ángel Molina y Francisco Javier Cánovas Rodríguez

#### **3.4. Programas de cálculo:**

- DIALUX: programa diseñado para realizar la iluminación interior o exterior de tipo doméstico, industrial o vial. Optimiza al máximo los resultados de iluminancia media en el área estudiada y realiza un estudio completo de todos los factores que entran en juego en la iluminación de cualquier zona.
- SISCET: programa de cálculo de centros de transformación de interior tipo prefabricado, de interior tipo obra y tipo intemperie.



#### **4. MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA NAVE INDUSTRIAL:**

##### **4.1. Superficies y características de la nave:**

Se trata de una nave industrial prefabricada de estructura de hormigón armado con pilares y llacenas, siendo la resta de acabados mediante placas prefabricadas y elementos cerámicos de hormigón ligero.

La nave tiene dos accesos uno por el cual solo podrá acceder personal de la empresa donde se encuentra la zona almacén y otro el cual está abierto al público donde se encuentran las oficinas e exposición.

Dimensiones de la nave:

Características	Longitud
Longitud	122,75 m
Anchura	59,57 m
Altura	10 m

Superficies de las que consta la nave:

Zona	Superficie útil
Carga y Descarga	595,7 m <sup>2</sup>
Almacén	5962,18 m <sup>2</sup>
Hall	208,69 m <sup>2</sup>
Oficina 1	161,05 m <sup>2</sup>
Oficina 2	177,1 m <sup>2</sup>
Oficina 3	177,1 m <sup>2</sup>
Sala de Reuniones	124,77 m <sup>2</sup>
Aseo Masculino	100 m <sup>2</sup>
Aseo Femenino	100 m <sup>2</sup>
Pasillo	202,05 m <sup>2</sup>
Sala de Exposiciones	1270,61 m <sup>2</sup>
<b>Sup. Total Nave = 7830,5 m<sup>2</sup></b>	

##### **4.2. Instalación eléctrica:**

###### **4.2.1. Condiciones generales:**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección

Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### **4.2.2. Tipo de suministro eléctrico:**

El suministro se realiza en baja tensión por parte de la compañía suministradora Sevillana Endesa S.A., deberá satisfacer las necesidades de la instalación eléctrica objeto de este proyecto, cuyo consumo estará regido por receptores de alumbrado y fuerza.

La instalación de B.T. de la presente nave industrial está compuesta por los elementos que se enumeran a continuación:

- Cuadro general
- Cuadros secundarios
- Circuitos de alumbrado
- Circuitos T.C. (Tomas de corriente)

La naturaleza de la corriente eléctrica demandada deberá tener las siguientes características:

- Sistema de corriente alterna trifásica (3 fases)
- Frecuencia 50 Hz
- Tensión entre fases 400 V
- Tensión entre fase y neutro 230 V

Desde el transformador 1 del CT1 se alimentará el cuadro principal de baja tensión mediante una línea 3x300/150 mm<sup>2</sup> de sección.

Los conductores serán unipolares de aluminio y su tensión nominal será 0,6/1 KV con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

#### **4.2.3. Acometida:**

Parte del transformador 1 correspondiente al Centro de Transformación CT1, que alimenta la caja general de protección (CGP). Se regirá por lo que se estipula en la ICT-BT-07 y ICT-BT-11 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En nuestro caso la acometida se encontrará directamente enterrada a una profundidad 0,80 m.

Los conductores serán unipolares de aluminio, con una sección de 3x300/150 mm<sup>2</sup> y su tensión nominal será 0,6/1 KV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

#### **4.2.4. Línea General de Alimentación:**

Se encuentra comprendida entre la caja general de protección (CGP) y el equipo de medida. En nuestro caso circulará por unos tubos empotrados en obra.

Los conductores serán unipolares de cobre, con una sección de 3x300/150 mm<sup>2</sup> y su tensión nominal será 0,6/1 KV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

#### **4.2.5. Derivación Individual:**

Se encuentra comprendida entre el equipo de medida y el cuadro general de mando y protección (CGMP). En nuestro caso la derivación individual se encontrará directamente enterrada a una profundidad 0,80 m.

Los conductores serán unipolares de aluminio, con una sección de 3x300/150 mm<sup>2</sup> y su tensión nominal será 0,6/1 KV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

#### **4.2.6. Caja General de Protección:**

Es aquella donde se alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.

Se instalará preferentemente sobre la fachada exterior del edificio, en un lugar de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Al ser una acometida subterránea, se instalará siempre en nicho sobre pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

#### **4.2.7. Cuadros de mando y protección:**

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En locales industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

Los dispositivos generales de mando y protección según ICT-BT-17 serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupos de circuito, se podrá prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos.

#### *4.2.7.1. Cuadro principal:*

El cuadro general estará alimentado por un conductor de 3x300/150 mm<sup>2</sup> de sección procedente del equipo de medida y otro conductor de protección procedente de la instalación de puesta a tierra.

El cuadro principal alimentará a las diferentes cargas distribuidas por el almacén: circuitos de alumbrado, fuerza y cuadros secundarios tal como se muestran en los en los esquemas unifilares. Dicho cuadro estará compuesto por los siguientes dispositivos de mando y control:

- 1 Interruptor general automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x500 A, regulado a 475 A, con poder de corte 36 kA.
- 1 Interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x100 A, regulado a 90 A, con poder de corte 36

kA, para la protección de la línea general de alimentación de los cuadros de tomas de corriente del almacén.

- 6 interruptores magnetotérmicos de corte tetrapolar de intensidad 4x16 A con poder de corte 36 kA, más 6 interruptores diferenciales de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x25 A con una sensibilidad de 300 mA para la protección de los diferentes cuadros de tomas de corriente.
- 1 interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x500 A, regulado a 400 A, con poder de corte 36 kA, más Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x400 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la línea de alimentación de alumbrado del almacén.
- 1 interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad 2x16 A con poder de corte 36 kA, para la protección de la línea de alumbrado exterior.
- 30 interruptores magnetotérmicos de corte bipolar de intensidad 2x40 A con poder de corte 36 kA, para la protección de las diferentes líneas de alumbrado del almacén.
- 1 interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x16 A con poder de corte 36 kA, más 1 Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x25 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la línea general de alimentación de alumbrado de emergencia del almacén.
- 11 interruptores magnetotérmicos de corte bipolar de intensidad 2x6 A con poder de corte 36 kA, para la protección de las diferentes líneas de alumbrado de emergencia del almacén.
- 1 interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x100 A con poder de corte 36 kA, más 1 Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x100 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la alimentación del subcuadro de la zona de oficinas.
- 1 interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x100 A con poder de corte 36 kA, más 1 Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x100 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la alimentación del subcuadro de la sala de exposiciones.

#### 4.2.7.2. Cuadros secundarios:

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de

protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan, cumpliendo de este modo con la ICT-BT-19 del RBT.

Por otra parte, y para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que formen parte de la instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares, alcanzando con ello el máximo equilibrio de cargas posible en la instalación.

#### 4.2.7.3. Subcuadro zona de oficinas:

Este cuadro estará alimentado por un cable de sección 4x35+TTx16 mm<sup>2</sup> Cu e irá sobre bandeja perforada.

Estará compuesto por los siguientes dispositivos de mando y protección:

- 1 interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x100 A con poder de corte 36 kA para la protección de la alimentación del subcuadro de la zona de oficinas.
- 1 interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x40 A con poder de corte 10 kA, más 1 Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x63 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la línea general de alimentación de alumbrado de la zona de oficinas.
- 8 interruptores magnetotérmicos de corte bipolar de intensidad 2x16 A con poder de corte 10 kA, para la protección de las diferentes líneas de alumbrado de la zona de oficinas.
- 1 interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x16 A con poder de corte 10 kA, más 1 Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x25 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la línea general de alimentación de alumbrado de emergencia de la zona de oficinas.
- 8 interruptores magnetotérmicos de corte bipolar de intensidad 2x6 A con poder de corte 10 kA, para la protección de las diferentes líneas de alumbrado de emergencia de la zona de oficinas.
- 1 interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x40 A con poder de corte 10 kA, más 1 Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x63 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la línea general de alimentación de las tomas de corriente de la zona de oficinas.
- 7 interruptores magnetotérmicos de corte bipolar de intensidad 2x25 A con poder de corte 10 kA, para la protección de las diferentes líneas de tomas de corriente de la zona de oficinas.

#### 4.2.7.4. Subcuadro sala de exposiciones:

Este cuadro estará alimentado por un cable de sección 4x25+TTx16 mm<sup>2</sup> Cu e irá sobre bandeja perforada.

Estará compuesto por los siguientes dispositivos de mando y protección:

- 1 interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x100 A con poder de corte 36 kA para la protección de la alimentación del subcuadro de la sala de exposiciones.
- 1 interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x25 A con poder de corte 10 kA, más 1 Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x40 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la línea general de alimentación de las tomas de corriente de la sala de exposiciones.
- 8 interruptores magnetotérmicos de corte bipolar de intensidad 2x16 A con poder de corte 10 kA, para la protección de las diferentes líneas de tomas de corriente de la sala de exposiciones.
- 1 interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x40 A con poder de corte 10 kA, más 1 Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x63 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la línea general de alimentación de alumbrado de la sala de exposiciones.
- 20 interruptores magnetotérmicos de corte bipolar de intensidad 2x6 A con poder de corte 10 kA, para la protección de las diferentes líneas de alumbrado de la sala de exposiciones.
- 1 interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x16 A con poder de corte 10 kA, más 1 Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x25 A con una sensibilidad de 30 mA para la protección de la línea general de alimentación de alumbrado de emergencia de la sala de exposiciones.
- 7 interruptores magnetotérmicos de corte bipolar de intensidad 2x6 A con poder de corte 10 kA, para la protección de las diferentes líneas de alumbrado de emergencia de la sala de exposiciones.

#### 4.2.8. Canalizaciones eléctricas:

La instalación interior se realizará mediante canales y tubos. Se regirá por lo que estipula la ICT-BT-19, ICT-BT-20 e ICT-BT-21. En los planos unifilares se puede apreciar en cada circuito el tipo de canalización realizada, así como las dimensiones del tubo que se debe emplear.



La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20.460-5-52.

En el caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductores de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, y por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas caloríficas.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o compartimientos.

#### *4.2.8.1. Conductores aislados bajo tubos protectores:*

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

#### *4.2.8.2. Conductores aislados enterrados:*

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

#### *4.2.8.3. Conductores aislados en el interior de la construcción:*

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas, como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos,

penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

#### **4.2.8.4. Conductores aislados en bandejas o soporte de bandejas:**

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460-5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería laminada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

#### **4.2.8.5. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas:**

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

#### **4.2.9. Conductores:**

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en los Planos, siguiendo estos la ICT-BT-19 del RBT.

## MATERIALES:

Los conductores serán de los siguientes tipos:

### De 450/750 V de tensión nominal:

Conductor: de cobre.

Formación: unipolares.

Aislamiento: poli cloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).

Tensión de prueba: 2.500 V.

Instalación: bajo tubo.

Normativa de aplicación: UNE 21.031.

### De 0,6/1 kV de tensión nominal:

Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).

Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.

Aislamiento: poli cloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).

Tensión de prueba: 4.000 V.

Instalación: al aire o en bandeja.

Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 ó 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de la cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones

del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### **4.2.10. Cajas de empalme:**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y medio el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

#### **4.2.11. Mecanismos y tomas de corriente:**

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en las paredes, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

#### **4.2.12. Características generales de la instalación de alumbrado:**

La ICT-BT-44 establece las prescripciones a cumplir por las instalaciones de receptores para alumbrado, entendiendo como receptor para alumbrado, el equipo o dispositivo que utiliza la energía eléctrica para la iluminación de espacios interiores o exteriores.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9 y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

#### *4.2.12.1. Iluminación interna:*

Dependiendo del tipo de actividad que se va a llevar a cabo en cada local, se debe garantizar un nivel mínimo de alimentación.

Los datos a tener en cuenta para definir la instalación serán:

- Planos de acotados de planta y secciones de locales
- Detalles constructivos del techo
- Uso al que se destina el local
- Colores y factores de reflexión de suelo, paredes y techo
- Condiciones de humedad, polvo y temperatura.

A la vista de todos estos datos y de la rentabilidad económica, se selecciona el tipo de alumbrado más conveniente.

Los factores que se han tenido en cuenta para calcular el alumbrado interior son los siguientes:

- Altura del plano de trabajo = 0,85 m.
- Factor de mantenimiento: Este valor dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de limpieza del local. Suponemos un ambiente limpio, por lo que será igual a 0,8.

#### *4.2.12.2. Iluminación Almacén:*

Debido a que en el almacén se realizarán trabajos que requieren un nivel de iluminación medio de 500 lux como mínimo y la altura es de unos 6,9 m, se utilizarán lámparas de 400W de VMH, las luminarias seleccionadas son del tipo campana, cumpliendo con la UNE-EN 60598. La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto. Su estudio y distribución

se han realizado según el programa Dialux, también detallado en el actual proyecto.

#### *4.2.12.3. Iluminación Hall:*

Se emplearán apliques empotrados en doble techo, con lámparas fluorescentes compactas PL-C 2x26W. La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto. Su estudio y distribución se han realizado según el programa Dialux, también detallado en el actual proyecto.

#### *4.2.12.4. Iluminación Pasillo:*

Se emplearán apliques empotrados en doble techo, con lámparas fluorescentes compactas PL-C 2x26W. La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto. Su estudio y distribución se han realizado según el programa Dialux, también detallado en el actual proyecto.

#### *4.2.12.5. Iluminación Oficinas y Sala de Reuniones:*

Se emplearán luminarias empotradas en doble techo, con tubos fluorescentes de LED-1x35W. La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto. Su estudio y distribución se han realizado según el programa Dialux, también detallado en el actual proyecto.

#### *4.2.12.6. Iluminación Aseos Masculino y Femenino:*

Se emplearán apliques empotrados en doble techo, con lámparas fluorescentes compactas PL-C 2x26W. La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto. Su estudio y distribución se han realizado según el programa Dialux, también detallado en el actual proyecto.

#### *4.2.12.7. Iluminación Sala de Exposiciones:*

Se emplearán luminarias empotradas en doble techo, con tubos fluorescentes de 2x35W. La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto. Su estudio y distribución se han realizado según el programa Dialux, también detallado en el actual proyecto.



#### 4.2.12.8. Iluminación de Emergencia:

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación de alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se distingue dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

En nuestro caso el alumbrado elegido será el alumbrado de seguridad. Éste estará previsto para entrar en funcionamiento cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión baje a menos del 70% de su valor nominal. La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Solo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía está constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones, según la NBE-CPI 96:

- Proporcionar una iluminancia de 1lux, como mínimo en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos de los citados.
- La iluminación será, como mínimo, de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

Para la realización del alumbrado de emergencia de la nave se ha utilizado también el programa Dialux, descrito anteriormente.

Se han utilizado luminarias de emergencia de 470 lm con lámpara fluorescente 1xTL 8W, con grado de protección IP44, autonomía 1 hora con baterías herméticas recargables.

La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto.

#### **4.2.12.9. Iluminación exterior:**

Al igual que el alumbrado de interiores, han de cumplir desde el punto de vista luminotécnico, con el nivel de iluminación recomendado.

El objeto de la iluminación exterior es iluminar las zonas de carga y descarga, así como las de tránsito.

Con los focos se consigue un haz luminoso ancho con fuentes luminosas grandes, mientras que con los proyectores se consigue una concentración de la luz en bandas mediante reflectores parabolooides cilíndricos.

Las luminarias irán colocadas mediante los soportes adecuados en el muro del edificio.

La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto. Su estudio y distribución se han realizado según el programa Dialux, también detallado en el actual proyecto.

#### **4.2.13. Instalación de puesta a tierra:**

##### **4.2.13.1. Toma de tierra:**

La puesta a tierra tiene como objetivo limitar la diferencia de potencial que, con respecto a tierra, puedan representar en un momento dado las masas metálicas, posibilitar la detección de defectos a tierra y asegurar la actuación de las protecciones, eliminando o disminuyendo con ello el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados; evitar que tensiones de frente escarpado procedentes de descargas atmosféricas provoquen cebados inversos y limitar las sobretensiones internas que puedan aparecer en ciertas condiciones de explotación.

Consta de un cable conductor de cable rígido y desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de cobre. Al iniciarse las obras de cimentación, dicho conductor se instalará en el fondo de las zanjas, formado por un anillo cerrado exterior al perímetro de la nave. Al electrodo se conectará la estructura metálica de la nave o las armaduras metálicas que formen parte del hormigón armado, así como toda la masa metálica importante existente en la zona de la instalación.

##### **4.2.13.2. Conductores de tierra:**

Es la parte que une el electrodo, conjunto de éstos, o anillo, con el punto de puesta a tierra.

Los conductores son de cobre, aislados o desnudos, de sección mínima 35 mm<sup>2</sup> según establece la ICT-BT-18 del RBT.

#### *4.2.13.3. Conductores de protección:*

Son los encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y los aparatos eléctricos a ciertos elementos, para así asegurar la protección contra posibles contactos indirectos.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la ICT-BT-18.

## **5. MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS:**

### **5.1. Instalación de alumbrado:**

#### **5.1.1. Introducción:**

La disposición de puntos de luz en cada zona se diseña en función de los parámetros fundamentales que condicionan este tipo de instalaciones:

- Nivel de iluminación (iluminancia) deseado en función de la categoría del vial considerado, o bien de las exigencias que se deriven del uso concreto de la zona (tráfico alto-medio-bajo, paseo peatonal, etc).  
Índice de deslumbramiento o luminancia admitida.  
Uniformidad media (iluminancia mínima/iluminancia media).  
Tipo de calzada y factor de reflexión.  
Factor de mantenimiento de la instalación, que tiene en cuenta el natural envejecimiento de la lámpara, y la depreciación por suciedad y otros (habitualmente  $f = 80\%$ ).  
Se tendrá en cuenta para estos cálculos las recomendaciones de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación), así como la Publicación sobre Alumbrado Público del Ministerio de la Vivienda (1965) y recomendaciones del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Condiciones geométricas: ancho de calzadas, aceras y paseos; ubicación e implantación de los puntos de luz (unilateral, pareado, tresbolillo, etc.), interdistancia y altura efectiva de la luminaria.
- Tipo de luz: vapor de sodio alta o baja presión; vapor de mercurio color corregido; vapor de mercurio con halogenuros metálicos, etc.
- Condiciones de funcionamiento: adecuación del consumo total y horario de funcionamiento según uso (zona industrial, urbana, residencial estival, etc.).

Se podrá a este respecto establecer alguno de los sistemas siguientes, incluso combinarlos si procediera:

- Instalación con reducción de flujo: consiste en hacer funcionar las lámparas a un  $60 \div 70 \%$  de su potencia nominal a partir de una determinada hora de la noche.  
Para ello se puede instalar un sistema centralizado en el cuadro de mando o bien un equipo individual por luminaria (reactancia especial o reactancia auxiliar), ambos gobernados por una línea de mando que discurre por la misma canalización que la línea de alimentación.  
Este método es el más racional, pues se consigue un ahorro considerable de energía, manteniendo una uniformidad adecuada, lo cual incide en un mayor índice de seguridad.

- Instalación de medianoche y noche entera: se trata de establecer dos circuitos distintos, de forma que a la hora prefijada se desconecte uno de ellos.
- Este método no es aconsejable, tanto si la desconexión se produce en un lateral del vial, como si lo hace en ambos de manera alterna, ya que se producen saltos bruscos de iluminación; siendo necesario además – en el segundo caso - doblar el número de líneas, con el consiguiente encarecimiento de la instalación.
- Instalación de invierno y verano: este sistema está justificado en zonas residenciales eminentemente estivales y con un grado de ocupación mínimo en invierno.
- En realidad, se puede emplear cualquiera de los métodos citados, siendo la finalidad última que durante el periodo invernal permanezca encendido un porcentaje del total de luminarias.

A continuación se describen las características de la instalación objeto del presente proyecto:

#### **5.1.2. Sistema de instalación propuesto:**

Tal y como se ha indicado en el punto anterior, tenemos la posibilidad de combinar más de un sistema de instalación. En nuestro caso vamos a combinar los dos primeros sistemas propuestos, ya que vamos a diferenciar dos tipos de alumbrado:

- *Alumbrado vial*, destinado a iluminar a la vía perteneciente a la calle Rambla Olivera. Para este alumbrado adoptaremos un sistema de reducción de flujo individual (dos niveles de iluminación) de acuerdo al siguiente proceso:  
Mediante una célula fotoeléctrica regulable (emplazada convenientemente de forma que el encendido de las luminarias próximas u otras fuentes de luz artificial no distorsionen su funcionamiento) se conecta todo el alumbrado cuando la luz natural baja de los lux preestablecidos.  
Estas condiciones se mantienen hasta que un reloj programable (mediante un contacto auxiliar normalmente abierto) activa la señal para el segundo encendido (habitualmente medianoche), reduciendo la intensidad de iluminación existente hasta aproximadamente un 65%, como se ha dicho. A la mañana siguiente, la célula capta el nivel de luz natural y desconecta de nuevo la instalación de alumbrado.
- *Alumbrado de la zona de aparcamientos*, destinado a iluminar esta zona propiamente dicha, la cual se distribuye a lo largo del mismo tramo de vía anterior, siendo contigua a este. Para este alumbrado adoptaremos un sistema de medianoche de acuerdo al siguiente proceso:  
Mediante una célula fotoeléctrica regulable (misma célula que la utilizada para el alumbrado anterior) se conecta todo el alumbrado cuando la luz natural baja de los lux preestablecidos.  
Estas condiciones se mantienen hasta que un reloj programable (el mismo que el utilizado para el sistema anterior, pero utilizando otro contacto auxiliar normalmente cerrado) activa una señal para proceder a la desconexión de todo el alumbrado.

Se ha decidido adoptar esta solución debido a que la zona de aparcamientos prácticamente no será utilizada a partir de medianoche. De esta manera, mantenemos una iluminación más económica para el tramo de cálculo mediante el sistema de reducción de flujo para la iluminación de la calzada y el sistema de medianoche para la iluminación de la zona de aparcamientos.

En cuanto al tipo de luz, se elige vapor de sodio a alta presión, debido a su buen rendimiento lumínico ( $95 \div 100 \text{ lm/W}$  frente a  $45 \div 52 \text{ lm/W}$  en VMCC), mayor vida media útil (sobre 28.500 horas frente a 20.000 horas en vapor de mercurio y 15.000 en halógenos metálicos), y menor deslumbramiento.

Pese a que el rendimiento de color es menor en las lámparas VSAP, y el precio de lámpara y equipo mayor, su empleo permite -para un mismo nivel lumínico- establecer interdistancias mayores y por tanto disminuir el número de puntos de luz, así como utilizar secciones menores de cable y obtener un menor consumo de red, con el consiguiente abaratamiento en montaje y explotación.

La disposición y características de los puntos de luz serán:

Se instalarán luminarias VSAP 60 W sobre poste de 5 m de altura, de las características descritas más adelante, en montaje a unilateral a interdistancia media de 18 m, y luminarias VSAP 100 W sobre poste de 8 m de altura, de las características descritas más adelante, en montaje unilateral a interdistancia media de 15 m. Se obtiene así para la calzada y para la zona de aparcamientos iluminancias medias en servicio (Ems) de 22 y 21 lux, con un factor medio de uniformidad de 0,754 y 0,567, respectivamente. Estos datos han sido obtenidos mediante el software de cálculo de iluminación exterior Dialux. Para un mayor detalle de los resultados obtenidos podemos consultar el anexo adjunto a este proyecto.

### **5.1.3. Luminarias:**

Las características de las luminarias proyectadas son:

Luminaria cerrada IP65 marca PHILIPS, modelo SGS102 1xSON-PP100W MR, compuesta de carcasa semiesférica de fundición de hierro gris, y acabado anticorrosivo efecto forja, bandeja abatible, reflector de aluminio hidroconformado y anodizado y sellado por imprimación de fosfato de zinc y estabilizado a rayos UV, acabado en vidrio sodo-cálcico templado y serigrafiado de 5 mm.

En su interior alojará la lámpara y equipo auxiliar de encendido alto factor con reducción de flujo, de las siguientes características:

- 1 lámpara VSAP 100 W con flujo luminoso de 6.036 lúmenes.
- 1 condensador de  $18 \mu\text{F}$  para conseguir un alto factor de potencia.
- 1 arrancador tipo SN-58 o similar.
- 1 reactancia para LVSAP 100 W/230 V con un consumo en concepto de pérdidas de 18 W.
- 1 reactancia auxiliar + relé para reducción de flujo.

Luminaria cerrada IP66 marca PHILIPS, modelo BDS480 T15 1xE60-2S/657 A, compuesta de carcasa esférica negra y aro soporte en aluminio, bandeja abatible en acero galvanizado, reflector de aluminio hidroconformado y anodizado y cierre en policarbonato termoconformado y estabilizado a rayos UV, acabado en vidrio sódico templado y serigrafiado de 5 mm.

En su interior alojará la lámpara y equipo auxiliar de encendido alto factor con reducción de flujo, de las siguientes características:

- 1 lámpara VSAP 60 W con flujo luminoso de 14.500 lúmenes.
- 1 condensador de 18  $\mu$ F para conseguir un alto factor de potencia.
- 1 arrancador tipo SN-58 o similar.
- 1 reactancia para LVSAP 60 W/230 V con un consumo en concepto de pérdidas de 18 W.
- 1 reactancia auxiliar + relé para reducción de flujo.

#### **5.1.4. Apoyos:**

Los soportes proyectados para las luminarias serán tipo columna de fundición gris según norma UNE-EN-1561, cumpliendo los requisitos especificados en la Instrucción ITC-BT-09 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Dispondrán de puerta o trampilla para alojar la correspondiente caja de empalme y fusibles, accionable mediante útil especial, a 0,3 metros del suelo como mínimo.

Se fijarán al terreno mediante placa base con cuatro pernos roscados y su correspondiente tuerca, embebidos en un dado de hormigón que albergará un tubo central acodado para el paso de los conductores eléctricos.

En caso de considerarse necesario, las partes metálicas de cada punto de luz se conectarán a tierra mediante un puente, con cable de cobre de 16 mm<sup>2</sup> con aislamiento RV 0,6/1kV unido a una piqueta de cobre o acero galvanizado  $\varnothing$  14 mm y longitud 2 m.

En general se procurará que el valor de resistencia a tierra sea inferior a 30  $\Omega$ , y si no fuera así, se tomarán las medidas necesarias para disminuirlo (adición de piquetas o flagelo de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>).

La altura de apoyo prevista para cada caso es de 5 m, y 8 m, según planos adjuntos.

#### **5.2. Instalación eléctrica:**

La instalación eléctrica para alimentación de los puntos de luz se ejecutará de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y especialmente a las Instrucciones Complementarias ITC-BT-09 y ITC-BT-44.

En el caso de nuestra instalación debemos tener en cuenta que al ser la zona de diseño bastante amplia (870 m), la dividiremos en 2 partes, de manera que una parte

de la instalación estará alimentada por el Centro de Transformación CT1, que a su vez alimenta a una nave y a una grúa portuaria situada en el Muelle Este, y la otra parte de la instalación estará alimentada por el Centro de Transformación CT2, que a su vez alimenta a una grúa portuaria situada en el Muelle Norte.

Las características principales de la instalación serán:

#### **5.2.1. Acometida:**

Como hemos indicado anteriormente, al tener la instalación dividida en 2 partes, tendremos dos cuadros de distribución (situados según planos):

- Cuadro de distribución para Alumbrado Vial y Zona de Aparcamientos alimentado por el Centro de Transformación CT1, mediante línea subterránea trifásica 400/230V de composición 3 x 240 + 1 x 240 mm<sup>2</sup> Al RV 0,6/1 kV.
- Cuadro de distribución para Alumbrado Vial y Zona de Aparcamientos alimentado por el Centro de Transformación CT2, mediante línea subterránea trifásica 400/230V de composición 3 x 240 + 1 x 240 mm<sup>2</sup> Al RV 0,6/1 kV.

#### **5.2.2. Armario general:**

Ambos armarios serán de las mismas características, y estarán ubicados según planos. A su vez estarán formados por tres módulos de poliéster de dimensiones aproximadas 70 x 60 cm cada uno, con cerradura triangular y pletina metálica para candado, destinados a albergar los siguientes elementos:

##### **5.2.2.1. Caja General de Protección (CGP):**

Se ajustará a la recomendación UNESA 1403C y norma UNE21095.

La envolvente será precintable y de material aislante y autoextinguible (mínimo Clase A según UNE 21305). Su grado de protección estará de acuerdo con la norma UNE 20324.

Será tipo Esquema 10 250/400A y contendrá los bornes de conexión y bases portafusibles para cortacircuitos NH1.

##### **5.2.2.2. Módulo para medida:**

De iguales características al módulo anterior, en este caso con ventanillas para lectura, contendrá las bases para fusibles tipo gl de protección del equipo de medida, y el cableado, bornas y espacio necesario para el mismo, previsto inicialmente para contadores trifásicos de energía activa, energía reactiva y reloj.

La CGP y el módulo de medida podrán ser armario único del tipo normalizado "módulo para medida directa, con caja general de protección".



#### 5.2.2.3. Cuadro de protección y mando:

Este módulo, de envolvente similar a las descritas, contendrá los siguientes elementos de protección y maniobra de la red de distribución, así como las correspondientes canaletas de cableado, carriles DIN de fijación y bornas de conexión para cada una de las salidas:

- 1 interruptor general automático magnetotérmico 4 x 25A / 8kA.
- 1 Relé diferencial de reconexión automática RDRM 35 o equivalente.
- 1 interruptor automático magnetotérmico 4 x 20A / 6kA.
- 1 interruptor automático magnetotérmico 2 x 10A / 6kA (R.F.).
- 1 interruptor automático diferencial 4 x 25A / 300mA.
- 1 interruptor automático diferencial 2 x 25A / 300 mA (R.F.).
- 2 contactores 4 x 20 A (uno para alimentación del alumbrado vial y otro para alimentación del alumbrado de la zona de aparcamientos).
- 1 contactor 2 x 9A (R.F. = reducción flujo).
- 1 interruptor automático magnetotérmico 2 x 10A / 6kA (mando).
- 1 reloj astronómico ASTRONOVA CITY DE ORBIS o equivalente, con salida mando alumbrado, ahorro (R.F.) y especial.
- 2 interruptor manual 12A.
- 1 relé tipo Releco C2-A-20 / 230V.
- 1 célula fotoeléctrica para gobierno del encendido principal a instalar en exterior.

#### 5.2.3. Trazado y características de las líneas de distribución:

De cada cuadro general de protección y maniobra partirán las líneas que alimentarán a las instalaciones de alumbrado vial y de la zona de aparcamientos.

Se proyecta, según las condiciones de cálculo, para cada cuadro general de protección y medida, las siguientes líneas, cuyas secciones y trazado se muestran en los planos correspondientes:

- CGP alimentada por el CT1: partirán dos líneas, una para suministro de las luminarias del alumbrado vial, formada por dos ramales, (además de una línea adicional para el mando de la reducción de flujo) y otra para el suministro de las luminarias del alumbrado de la zona de aparcamientos.
- CGP alimentada por el CT2: partirán dos líneas, una para suministro de las luminarias del alumbrado vial, (además de una línea adicional para el mando de la reducción de flujo) y otra para el suministro de las luminarias del alumbrado de la zona de aparcamientos.

Todos los conductores discurrirán bajo tubo aislante de doble pared Ø110, grado de protección 9, alojados -según ITC-BT-09 - en zanja a profundidad mínima 0,4 m y con sección no inferior a 6 mm<sup>2</sup>.

La tensión nominal será 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro, conectándose las lámparas a esta última tensión alternando las fases para un correcto equilibrio de cargas.

Los cables serán de cobre de aislamiento nominal tipo RV 0,6/1 kV.

Los empalmes de los cables se harán, a ser posible, en una caja aislante dispuesta en el registro inferior de cada apoyo, efectuando las conexiones de forma que no ejerzan esfuerzos de tracción sobre los conductores.

La alimentación final de cada lámpara discurrirá por el interior del apoyo, desde dicha caja de empalme mediante línea de 2 x 2,5 mm<sup>2</sup> RV 0,6/1 kV protegida por fusibles tipo gl de 6 A instalados en las correspondientes bases de la caja.

No existirán empalmes en el interior de los apoyos, excepto en el mencionado registro.

En caso de que fuera ineludible la conexión eléctrica en un punto de la red ajeno a la citada caja de empalme en el registro de columna, se realizará en una de las arquetas, en el interior de una caja aislante, mediante regletas de conexión reglamentarias, y cubriendo el conjunto con silicona de forma que se garantice el aislamiento de la conexión y se impida la formación de posibles corrosiones y/o derivaciones eléctricas.

#### **5.2.4. Puesta a tierra:**

Todas las masas metálicas de la instalación serán puestas a tierra. Para ello se dispone de una piqueta de acero cobreado (Ø mín. = 14 mm) clavada en el terreno, en cada arqueta de conexión a farola.

Este electrodo se conectará a la columna mediante cable de cobre de 16 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento nominal igual al de los conductores activos, o sea RV 0,6/1 kV; y convenientemente marcado con cinta bicolor amarillo-verde.

El plano correspondiente del esquema de la cimentación muestra el detalle de la toma de tierra.

La protección contra contactos indirectos se realizará mediante el uso de dispositivos de corte por intensidad de defecto, siendo para emplazamientos húmedos o mojados, según ITC-BT-24:

$$R_{\text{máx. tierra}} < \frac{V_{\text{contacto}}}{I_{\text{defecto}}} = \frac{24 \text{ V}}{I_{\text{defecto}}}$$

Con el empleo de interruptores diferenciales de 300 mA de sensibilidad se obtiene una  $R_{\text{máx. tierra}} = 80$  Ohmios, aunque en la práctica se tenderá a conseguir un valor de resistencia de tierra inferior a 30 Ohmios, como margen de seguridad.

No obstante, se realizarán "in situ" las mediciones oportunas de la resistencia de tierra, adoptando soluciones complementarias si fuera necesario.

En cualquier caso, las tensiones de paso y contacto que puedan aparecer con motivo de una falta de aislamiento en el circuito general, no deberán superar los 24 Voltios.

### **5.3. Obra civil: Canalizaciones y Arquetas:**

Las zanjas en las que se tenderá los tubos que contendrán las líneas eléctricas, discurrirán preferentemente sin atravesar la calzada, excepto en cruces.

Sus dimensiones pueden apreciarse en el plano correspondiente del esquema de la cimentación, debiendo ser la cota mínima de los conductores - 0,4 metros, según ITC-BT-09.

Los tubos se protegerán con una capa de arena en su trazado normal en aceras y con hormigón en cruces.

Se dispondrán arquetas con tapa de fundición en la salida del cuadro general, en los cambios de dirección y junto a la base de cada apoyo.

Tal como se muestra en el plano, cada apoyo se sustentará en una cimentación de hormigón H-125 mediante pernos roscados, junto a la cual se encontrará la arqueta de 80 x 80 cm a la que llegan los tubos de la red principal y que conecta con el apoyo mediante un tubo acodado.

En dicha arqueta se clavará la piqueta de toma de tierra de la farola.

### **5.4. Potencias:**

#### **5.4.1. Potencia instalada:**

Para el caso de las líneas de alumbrado alimentadas por el centro de transformación CT1, tenemos:

Línea	Potencia (W)
Alumbrado Vial (ramales 1 y 2)	29 unidades · (100 + 18) = 3422
Alumbrado Zona de Aparcamientos	30 unidades · (56,4 + 18) = 2232
<b>TOTAL</b>	<b>5654 W</b>

Para el caso de las líneas de alumbrado alimentadas por el centro de transformación CT2, tenemos:

Línea	Potencia (W)
Alumbrado Vial	29 unidades · (100 + 18) = 3422
Alumbrado Zona de Aparcamientos	23 unidades · (56,4 + 18) = 1711,2
<b>TOTAL</b>	<b>5133,2 W</b>

#### **5.4.2. Potencia máxima admisible:**

La potencia máxima admisible será la que permita el dispositivo de corte y protección general, instalado en el cuadro de distribución. En nuestro caso, tendremos para cada cuadro un interruptor automático tetrapolar de 25 A.

Por lo tanto, considerando un  $\cos\phi$  medio = 0,9 se obtiene:

Potencia máxima admisible =  $3 \times 400 \times 25 \times 0,9 = 15.588 \text{ W}$

Esta será la potencia máxima admisible por cada cuadro de distribución.

#### **5.4.3. Potencia a contratar:**

La potencia de contrato será según las bases de facturación normalizadas por la compañía suministradora.

### **5.5. Eficiencia energética de una instalación:**

#### **5.5.1. Eficiencia energética:**

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left( \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

Siendo:

$\varepsilon$  = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ( $\text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$ )

P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W)

S = superficie iluminada ( $\text{m}^2$ )

$E_m$  = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux)

La eficiencia energética se puede determinar mediante la utilización de los siguientes factores:

$\varepsilon_L$  = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ( $\text{lum}/\text{W} = \text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$ )

$f_m$  = factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)

$f_u$  = factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left( \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

Donde:

**Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares ( $\epsilon_L$ ):** Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.

**Factor de mantenimiento ( $f_m$ ):** Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.

**Factor de utilización ( $f_u$ ):** Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de alumbrado se podrá actuar incrementando el valor de cualquiera de los tres factores anteriores, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores - eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares y factores de mantenimiento y utilización de la instalación- sea máximo.

#### 5.5.2. Requisitos mínimos de eficiencia energética:

*Instalaciones de alumbrado vial funcional (nuestro caso):*

Se definen como tales las instalaciones de alumbrado vial de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas, consideradas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones de proyecto A y B.

Las instalaciones de alumbrado vial funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y de las características o geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en siguiente tabla:

Iluminancia media en servicio Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m <sup>2</sup> ·lux / W)
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
≤ 7,5	9,5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrá por interpolación lineal.	

En nuestro caso, y según Cálculos Luminotécnicos adjuntos, tenemos una iluminancia media de 21 lux para las luminarias situadas a 5 metros de altura, y de 22 para las situadas a 8 metros, obteniendo, para ambos casos, una eficiencia energética mínima de 20 m<sup>2</sup>·lux / W.

### 5.5.3. Calificación energética de las instalaciones de alumbrado:

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrado de señales y anuncios luminosos, festivos y navideños, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética ( $I_\epsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\epsilon$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\epsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la siguiente tabla:

$$I_\epsilon = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

Iluminancia media en servicio Em (lux)	Eficiencia energética de referencia (m <sup>2</sup> ·lux / W)
≥ 30	32
25	29
20	26
15	23
10	18
≤ 7,5	14
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrá por interpolación lineal.	

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras, que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE), que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_\epsilon}$$

La siguiente tabla determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados.

Calificación energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
<b>A</b>	$ICE < 0,91$	$I_e > 1,1$
<b>B</b>	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_e > 0,92$
<b>C</b>	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_e > 0,74$
<b>D</b>	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_e > 0,56$
<b>E</b>	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_e > 0,38$
<b>F</b>	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_e > 0,20$
<b>G</b>	$ICE \geq 5,00$	$I_e \leq 0,20$

Entre la información que se debe entregar a los usuarios figurará la eficiencia energética ( $\epsilon$ ), su calificación mediante el índice de eficiencia energética ( $I_e$ ), medido, y la etiqueta que mide el consumo energético de la instalación, de acuerdo al modelo indicado en la ITC-EA-01 del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

#### 5.5.4. Componentes de las instalaciones:

El flujo hemisférico superior instalado ( $FHS_{INST}$ ), rendimiento de la luminaria ( $\eta$ ), factor de utilización ( $f_u$ ), grado de protección IP, eficacia de la lámpara y demás características relevantes para cada tipo de luminaria, lámpara o equipos auxiliares, deberán ser garantizados por el fabricante, mediante una declaración expresa o certificación de un laboratorio acreditado.

Las luminarias, incluyendo los proyectores, que se instalen en las instalaciones de alumbrado excepto las de alumbrado festivo y navideño, deberán cumplir con los requisitos de la tabla 1 de la ITC-EA-04 respecto a los valores de rendimiento de la luminaria ( $\eta$ ) y factor de utilización ( $f_u$ ).

En lo referente al factor de mantenimiento ( $f_m$ ) y al flujo hemisférico superior instalado ( $FHS_{INST}$ ), cumplirán lo dispuesto en las ITC-EA-06 y la ITC-EA-03, respectivamente.

Además, las luminarias deberán elegirse de forma que se cumplan los valores de eficiencia energética mínima, para instalaciones de alumbrado vial y el resto de requisitos para otras instalaciones de alumbrado, según lo establecido en la ITC-EA-01.

Factor de utilización ( $f_u$ ) y de mantenimiento ( $f_m$ ) de la instalación de alumbrado exterior, eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares a utilizar ( $\epsilon_L$ ), rendimiento de la luminaria ( $\epsilon$ ), flujo hemisférico superior instalado ( $FHS_{INST}$ ), disposición espacial adoptada para las luminarias y, cuando proceda, la relación luminancia/iluminancia (L/E) de la instalación.

## **6. MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LAS DOS GRÚAS PORTUARIAS :**

### **6.1. Descripción de la instalación:**

Tal y como se ha indicado anteriormente en el punto 2 del presente documento, en nuestro polígono industrial tenemos dos muelles (Muelle Norte y Muelle Este), instalándose en cada uno de ellos una grúa portuaria para carga y descarga de productos. Debido a que ambas grúas son exactamente iguales, la descripción de la instalación eléctrica detallada a continuación será la misma para cada una de ellas:

#### **6.1.1. Sistemas eléctricos principales:**

El sistema Eléctrico se divide en los siguientes sistemas o Equipos Principales, cuya definición, condiciones para su diseño y funcionamiento se indican con más detalle en el presente documento.

##### **6.1.1.1. Armario de Baja Tensión:**

Incluirá todos los elementos relacionados con la protección y alimentación de las cargas, se establecerán los criterios para el diseño del alumbrado.

##### **6.1.1.2. Sistema de 24Vcc**

Está formado por un convertidor 110Vac – 24Vcc. Dispondrá de los elementos necesarios para la alimentación a 24Vcc de los equipos e instrumentos que lo requieran.

##### **6.1.1.3. Sistema de Control**

Estará basado en un Autómata programable (PLC), su fabricante será SIEMENS y se encuentra dentro de la serie S7 300.

El sistema de control dispondrá de puerto de comunicantes profibus, con la finalidad de que gestione la red profibus que incluye a los convertidores de frecuencia de los movimientos de la máquina.

También tendrá la posibilidad de integrarse en una red profibus superior.

##### **6.1.1.4. Pupitre de Control**

Estará equipado con un asiento ergonómico, así como con los elementos de control necesarios para una correcta operación de la



máquina por parte del operador. También incorporará un HMI para la visualización de averías de la máquina.

#### 6.1.1.5. *Mando por Radio*

Se dispondrá de un mando por radio para poder operar la máquina desde el suelo y así evitar la subida de los operadores a la cabina superior.

#### 6.1.2. **Topología de la instalación:**

Básicamente la topología de los sistemas eléctricos de baja tensión es la siguiente:

La alimentación a la parte móvil del cargador llega por medio de una columna de anillos, distribuyéndose hacia los arrancadores de los accionamientos a través de un interruptor general de fuerza magneto-térmico y un contactor general comandado por medio de un módulo de seguridad.

Aguas arriba del contactor general (al nivel del interruptor general de fuerza) se dispondrá de un interruptor secundario de mando, que alimentará a los circuitos de control, mando y servicios auxiliares.

Los arrancadores dispondrán de variadores de frecuencia alterna/alterna, que serán integrables en la red de comunicación profibus y con posibilidad de regulación de la velocidad desde el 5 al 100% a par constante.

#### **6.2. Criterios de cálculo de la instalación:**

Todos los equipos estarán protegidos eléctricamente contra los fallos que puedan dañar su integridad o correcto funcionamiento.

#### **6.3. Criterios básicos de diseño:**

El diseño de la instalación se realizará considerando las siguientes características para las tensiones de servicio:

Frecuencia de la Red	_____	50 Hz
Baja Tensión (nominal)	_____	400 Vac
Mando y Control	_____	110 Vac
PLC y otros Auxiliares	_____	24 Vcc

#### 6.3.1. **Ubicación de los equipos:**

Todos los equipos, cualquiera que sea su localización, deberán situarse de forma que se permitan futuras ampliaciones, su acceso fácil para operación y mantenimiento, así como su sustitución, sin ningún tipo de interferencias, para lo cual se dejarán los pasillos y áreas de trabajo suficientes de acuerdo con la buena práctica de Ingeniería.

La implantación de nuevos equipos respetará los accesos y áreas de mantenimiento de los equipos existentes.

### 6.3.2. Armarios Eléctricos:

Se instalará un armario formado por un conjunto de tres cuerpos, dedicándose la columna de la izquierda a la acometida y distribución, la central a los equipos de variación de velocidad y sus accesorios, y la columna de la derecha será para ubicar el PLC y sus bornes de conexión.

#### 6.3.2.1. Características Técnicas:

Tensión nominal de servicio	400Vac
Margen de variación de la tensión	$\pm 10\%$
Frecuencia	50 Hz
Margen de variación de la frecuencia	$\pm 5\%$
Construcción modular por columnas compactas	
Sistema trifásico sin neutro	
Grado de protección Exterior	IP55
Ventilación Natural	

#### 6.3.2.2. Diseño constructivo:

Los armarios de acometida serán metálicos, autoestables, totalmente cerrados, con un grado de protección IP55.

Estarán constituidos por módulos verticales (según normas IEC60439-1), para evitar cualquier posible contacto con alguna parte en tensión se utilizan cubrebornas o metacrilatos.

Los armarios serán modulares de fabricación estándar, de chapa de acero laminado en frío y perfectamente lisa y plana. La estructura de las columnas será mediante el perfil triangular cerrado de acero galvanizado con el cuadro superior e inferior soldado y montantes atornillados extraíbles.

Los fondos, paredes laterales, techos y puertas estarán formados por paneles metálicos.

El conjunto tendrá la rigidez necesaria para soportar sin riesgo los esfuerzos accidentales que se puedan producir en el transporte o instalación en obra y los esfuerzos debidos a los cortocircuitos durante su funcionamiento. La construcción ha de ser tal que no existan vibraciones.

Todos los armarios eléctricos tendrán únicamente acceso por el frente mediante puertas con bisagras y cerraduras, debido a que estarán adosados a la pared de la sala eléctrica.

La salida y entrada de cables se realizará por la parte inferior del mismo, tanto para los cables de alimentación como para los de distribución.

Todos los equipos incluidos en los armarios serán fácilmente accesibles desde el exterior y estarán dispuestos de forma que puedan ser reemplazables sin desmontar otros elementos.

Las juntas de las puertas llevarán frisos de goma resistente a la corrosión.

Las columnas dispondrán de una barra de tierra que se prolongará a través de la sección de todos los armarios de 40 x 5 mm de sección como mínimo. Todas las partes metálicas no portadoras del armario serán puestas a tierra conectándolas a la barra general antes citada.

Las puertas dispondrán de un latiguillo de tierra para garantizar la puesta a tierra de las mismas. La sección de este latiguillo no será inferior a 6mm<sup>2</sup>.

En las zonas de conexión de la barra de tierra a la estructura del armario se deberá eliminar cuidadosamente la pintura existente con el fin de garantizar un buen contacto eléctrico.

Todos los tornillos utilizados en la fabricación de los armarios irán dotados de un sistema de retención para evitar su caída por aflojamiento o extracción voluntaria.

Las puertas podrán quedar retenidas en la posición de cierre por medio de elementos tales que no sea preciso emplear un útil o herramienta cuando se vaya a proceder a su apertura.

#### 6.3.2.3. *Distribución:*

##### ▪ Columna de Acometida

El conjunto dispondrá de una columna de acometida dedicada especialmente a recibir la alimentación desde el colector de anillos y su posterior protección y distribución a las diferentes cargas.

En esta columna de acometida se instalará un analizador de redes del fabricante Schneider del tipo PM710, el cual dispondrá de las siguientes medidas:

- Intensidad.
- Tensión.
- Potencia.
- Frecuencia.
- Energía Activa.
- Energía Reactiva.
- Factor de Potencia.

- Columna de Arrancadores

En la columna central estarán ubicados los variadores de frecuencia y su aparellaje asociado.

Este aparellaje será en ejecución fija, la distribución del cableado sobre la placa de montaje se realizará por medio de canales portacables, y se instalarán etiquetas adhesivas con el fin de que cada accionamiento quede perfectamente identificado.

A continuación se detalla el equipamiento que incluye un arrancador:

- Seccionador fusible.
- Variador de frecuencia de 37kW, IN80A + filtro de entrada.
- Bobina de Salida.
- Chopper de Frenado.
- Resistencia de Frenado.

- Columna de PLC

Esta columna incluirá los elementos de protección necesarios (interruptores automáticos), así como el PLC (CPU y tarjetas electrónicas) y bornas de interconexión.

#### 6.3.2.4. Características de los componentes:

- Interruptores automáticos de Acometida

En la acometida se instalarán dos interruptores automáticos de caja moldeada, uno para la protección del circuito de fuerza y otro para el de mando, estos interruptores dispondrán al menos de dos contactos auxiliares, siendo uno de ellos indicador de posición y el otro de disparo.

- Interruptores automáticos modulares

Todos los interruptores automáticos serán según las normas IEC 60947-2 e IEC 60947-4-1.

- Contactores

Todos los contactores serán de tipo compacto, trifásicos, de ruptura al aire, antichoque, adecuados para servicio duro y dimensionados para una categoría de utilización AC-3 a la tensión normal de servicio.

Dispondrán como mínimo de dos contactos auxiliares (INA + INC).

La tensión nominal de la bobina será de 110Vca obtenida del transformador de control.

Los contactores operan en todos los casos para los siguientes valores límite de tensión:

- Conexión entre el 80% y el 110% de la tensión nominal de la bobina.
- Desconexión por debajo del 70% de la tensión nominal de la bobina. El tamaño mínimo de los contactores será de 12A.

- Seccionadores fusible

Sus características eléctricas serán según IEC 609473 y EN 60947-1/ EN 60947-3, aptos para fusibles tipo DIN.

- Relés auxiliares

Los relés auxiliares serán enchufables y tendrán cubierta protectora contra el polvo.

Los contactos de los relés auxiliares tendrán la capacidad nominal y de ruptura suficiente para actuar sobre las bobinas de los contactores.

- Transformador de control

Se instalará un transformador de control para la obtención de la tensión de mando, será monofásico, seco y encapsulado, de relación 400/110Vac 50Hz.

Los transformadores estarán protegidos mediante interruptor automático en el primario y mediante interruptor automático + diferencial en el secundario.

El transformador no deberá tener ningún punto de tensión al exterior, a fin de impedir accidentes por contactos casuales con los citados puntos, durante el mantenimiento y pruebas.

#### 6.3.2.5. Cableado:

Los cables empleados en el interior del Armario, serán en general de cobre electrolítico, flexibles, con aislamiento de PVC.

Los cables de mando, señalización y control tendrán una tensión de aislamiento de 750V.

Se proporcionará un cable flexible en las articulaciones de las puertas, hacia los conectores de control y otros lugares donde los conductores puedan estar sujetos a flexión, debiendo protegerse además contra los roces de los cantos con elementos envolventes adecuados.

La sección de los cables será según la carga que va a alimentar.

### 6.3.3. Potencia Eléctrica de cada Máquina:

En la tabla adjunta se indican las potencias y cargas instaladas para cada grúa:

Tipo cal.	Accionamiento	Pot. Conocida	KW/KVA
P	Motor Elevación	30,00	KW
P	Resistencia Frenado Motor Elevación	2,00	KW
P	Freno Elevación	1,00	KW
P	Motor Alcance	30,00	KW
P	Resistencia Frenado Motor Alcance	2,00	KW
P	Freno Alcance	1,00	KW
P	Motor Giro	5,50	KW
P	Resistencia Frenado Motor Giro	2,00	KW
P	Freno Giro	1,00	KW
P	Caldeo Motor Elevación	0,10	KW
P	Caldeo Motor Alcance	0,10	KW
P	Caldeo Motor Giro	0,10	KW
P	Aire Acondicionado Cabina Superior	1,56	KW
P	Alumbrado Cabina Operador	0,08	KW
P	Alumbrado Sala Máquinas	0,16	KW
P	Alumbrado Ent Sala Máquinas y Cabina	0,10	KW
P	Alumbrado Accesos	0,30	KW
P	Proyectores Zona Cargador	0,80	KW
P	Toma Corrientes en Zona Cargador	2,50	KW
P	Ojo de Buey Plat Sup Grúa	0,10	KW
P	Proyector en Grúa	0,40	KW
P	Alimentación Cuadro Cabina Operador	6,00	KW
P	Alimentación Remota PLC	1,00	KW
P	Alimentación Equipo Limitador de Carga	0,30	KW
P	Alimentación Mando por Radio	0,30	KW
P	Trafo servicios aux. 10 KVA	8,00	KW
P	Toma Soldadura	25,00	KW
<b>TOTAL INSTALADA</b>		<b>121,40</b>	<b>KW</b>

## **7. MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN BUCLE, DENOMINADO CT1:**

### **7.1. Características Generales del Centro de Transformación:**

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 25 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).

#### **7.1.1. Características celdas CAS 36 kV:**

Las celdas a emplear serán de la serie CAS-36 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamento de alta tensión, bajo envoltente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 36 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

Toda la apartamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.3 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

#### **7.1.2. Características celdas SM6 36 kV:**

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamenta bajo envoltente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200. Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

## **7.2. Programa de necesidades y Potencia instalada en KVA:**

El centro de transformación CT1 estará formado por dos transformadores:

- Transformador 1 (250kVA), que alimenta a la siguiente carga:
  - Nave Industrial, con una potencia de 156,79 kW
- Transformador 2 (250kVA), que alimenta a las siguientes cargas:
  - Alumbrado Vial y de una Zona de Aparcamientos, con una potencia de 5,654 kW
  - Grúa Portuaria (Muelle Este), con una potencia de 121,4 kW

## **7.3. Descripción de la Instalación:**

### **7.3.1. Obra Civil:**

#### *7.3.1.1. Local:*

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHM36-6T3LD con una puerta peatonal de Schneider Electric, de dimensiones 12.000 x 3.000 y altura vista 3.130 mm, cuyas características se describen en esta memoria.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica.

#### *7.3.1.2. Características del local:*

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón modelo EHM36 de Schneider Electric.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHM36 serán:

#### ➤ FACILIDAD DE INSTALACIÓN:

La sencilla unión entre los diferentes elementos prefabricados permitirá un montaje cómodo y rápido. Para su ubicación se realizará una excavación, en el fondo de la cual se dispondrá un lecho de arena lavada y nivelada.



➤ MATERIAL:

El material empleado en la fabricación de los prefabricados EHM36 será hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

➤ EQUIPOTENCIALIDAD:

La propia armadura de mallazo electrosoldado, gracias a un sistema de unión apropiado de los diferentes elementos, garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmnios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

➤ IMPERMEABILIDAD:

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. En las uniones entre paredes y entre techos se colocarán dobles juntas de neopreno para evitar la filtración de humedad. Además, los techos se sellarán posteriormente con masilla especial para hormigón, garantizando así una total estanqueidad.

➤ GRADOS DE PROTECCIÓN:

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior el edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

➤ BASES:

La solera estará formada por una o varias bases atornilladas entre sí. En las bases de la envolvente se dispondrá de los orificios para la entrada de cables de alta y baja tensión. Estos orificios serán partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

➤ PAREDES:

Serán elementos prefabricados de hormigón armado capaces de soportar los esfuerzos verticales de su propio peso, más el de los

techos, y sobrecargas de éstos, simultáneamente con una presión horizontal de 100Kg/m<sup>2</sup>. Las paredes se unen entre sí mediante la tornillería que garantizará la equipotencialidad entre las diferentes placas.

➤ **TECHOS:**

Los techos estarán formados por piezas de hormigón armado y serán diseñados para soportar sobrecargas de 100Kg/m<sup>2</sup>.

La cubierta irá provista de una inclinación del 2% aproximadamente para facilitar el vertido de agua.

Los techos se atornillarán entre sí y se apoyarán sobre las paredes sellándose las uniones mediante masilla de caucho, garantizándose así su estanqueidad.

➤ **SUELOS:**

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables. A continuación de los suelos, se establecerá el foso en el que se instalarán las celdas. La parte del foso que no quede cubierta por las celdas o cuadros eléctricos se tapará con unas placas prefabricadas para tal efecto.

➤ **CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE:**

La cuba de recogida de aceite será de hormigón y totalmente estanca. Con una capacidad de 1.000 litros, estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que se derrame por la base. En la parte posterior irá dispuesta una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava. Unos raíles metálicos situados sobre la cuba permitirán una fácil ubicación del transformador en el interior del prefabricado, que se realizará a nivel del suelo por deslizamiento.

➤ **MALLAS DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR:**

Unas rejas metálicas impedirán el acceso directo a la zona del transformador desde el interior del prefabricado. Opcionalmente esta malla podrá ser sustituida por un tabique separador metálico.

➤ **MALLA DE SEPARACIÓN INTERIOR:**

Cuando haya áreas del centro de transformación con acceso restringido, se podrá instalar una malla de separación metálica con puerta y cierre por llave.

➤ **REJILLAS DE VENTILACIÓN:**

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHM-36

estarán construidas en chapa de acero galvanizado sobre la que se aplicará una película de pintura epoxy poliéster. El grado de protección para el que estarán diseñadas las rejillas será IP-33. Estas rejillas estarán diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación de aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala de transformadores. Todas las rejillas de ventilación irán provistas de una tela metálica mosquitera.

➤ PUERTAS DE ACCESO:

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico. Todas las puertas del prefabricado permitirán una luz de acceso de 1.250 mm x 2.400 mm (anchura x altura).

### **7.3.2. Instalación Eléctrica.**

#### *7.3.2.1. Características de la Red de Alimentación:*

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 25 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

#### *7.3.2.2. Características Generales de la Aparamenta de Alta Tensión:*

➤ CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS CAS 36 kV

- Tensión asignada: 36 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:  
A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 70 kV ef.  
A impulso tipo rayo: 170 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en funciones de protección: 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.

El poder de corte de la aparamenta será de 400 A eficaces en las funciones de línea y de 16 kA en las funciones de protección (ya se consiga por fusible o por interruptor automático).

El poder de cierre de todos los interruptores será igual a la intensidad dinámica.

Todas las funciones (tanto las de línea como las de protección) incorporarán un seccionador de puesta a tierra de 40 kA cresta de poder de cierre.

Deberá existir una señalización positiva de la posición de los interruptores y seccionadores de puesta a tierra.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

➤ CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6 36KV

- Tensión asignada: 36 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:  
A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 70 kV ef.  
A impulso tipo rayo: 170 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en Interruptor Automático: 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles: 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP3X.
- Puesta a tierra: El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado: El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

### 7.3.2.3. Características individuales de cada celda:

#### ➤ CELDA TRES INTERRUPTORES.

Conjunto Compacto Schneider Electric, modelo CAS 410 (3L), equipado con TRES funciones de línea con interruptor preparada para acoplamiento con SM6, de dimensiones: 2.250 mm de alto, 1.050 mm de ancho y 1.005 mm de profundidad.

Conjunto compacto CAS estanco en atmósfera de hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub>, 36 KV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea, conteniendo:

- El interruptor de la función de línea será un interruptor-seccionador de las siguientes características:
  - Intensidad térmica: 16 kA eficaces.
  - Poder de cierre: 40 kA cresta.
- El conjunto compacto incorporará:
  - Seccionador de puesta a tierra en SF<sub>6</sub>.
  - Dispositivos de detección de presencia de tensión incorporados en todas las funciones de línea.
  - 3 lámparas de presencia de tensión (para conectar a dichos dispositivos ya incorporados).
  - Pasatapas de tipo roscados de 400 A en las funciones de línea.
  - Mando manual y palanca de maniobras.
- La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.
- 3 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400A cada uno.

#### ➤ CELDA DE PASO DE BARRAS.

Celda Schneider Electric de paso de barras modelo GEM, de la serie SM6-36, de dimensiones: 300 mm de anchura, 1.432 mm de profundidad, 2.250 mm de altura, para el acoplamiento directo por cable entre celdas CAS y SM6 por unión superior, conteniendo:

- Juego de cables AT tripolar.
- Juego de 3 bornas enchufables.
- Juego de 3 terminales.

➤ CELDA DE PROTECCIÓN DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.

Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6-36, modelo DM1D, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.632 mm de profundidad, 2.250 mm de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes.
- Seccionador en SF<sub>6</sub> de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF<sub>6</sub> (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 36 kV, intensidad de 400 A y poder de corte de 16 kA.
- Mando RI manual.
- Relé electrónico autónomo VIP 30, de regulación máxima de 200A, sin ninguna alimentación auxiliar, alimentado por captadores de intensidad que activan una bobina Mitop. El relé está montado en una caja de tapa transparente con un grado de protección IP54. Los reglajes se efectúan en la cara frontal mediante conmutadores rotativos. El VIP 30 realiza la protección contra defectos entre fases, que se realiza mediante una curva a tiempo dependiente.
- Conexión inferior por cable lateral.
- Preparada para salida lateral inferior por barrón a derechas.
- 3 captadores de intensidad modelo CRc para la alimentación del relé VIP 30.
- Cajón de Baja Tensión para relé.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra inferior con poder de cierre a través del interruptor automático.

➤ CELDA DE MEDIDA.

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior laterales por barras gama SM6, modelo GBCA, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.518 mm de

profundidad, 2.250 mm de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda y salida lateral superior derecha.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 15/5A, 10VA CL0.5S,  $I_{th}=200I_n$ , gama extendida 150 % y aislamiento 36 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 27.500:V3/110:V3, 25VA, CL0.5,  $F_t= 1,9$  y aislamiento 36 kV.

➤ CELDA DE PROTECCIÓN DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO PARA TRAFO 1.

Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6- 36, modelo DM1C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.632 mm de profundidad, 2.250 mm de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes.
- Seccionador en SF<sub>6</sub> de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF<sub>6</sub> (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 36 kV, intensidad de 400 A y poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 Vca, 50 Hz.
- Mando RI manual.
- Relé Sepam S20 destinado a la protección general o a transformador. Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:
  - Máxima intensidad de fase (50/51) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente.
  - Máxima intensidad de defecto a tierra (50N/51N) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente.
  - Medida de las distintas corrientes de fase.
  - Medida de las corrientes de apertura ( $I_1, I_2, I_3, I_0$ ).

El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de autovigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura).

El Sepam es un relé indirecto alimentado por batería + cargador.

Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

- Conexión inferior por cable lateral.
- 3 Toroidales tipo T3 (Toroidal 50/1, configuración 50/1).
- Cajón de Baja Tensión para relé.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra inferior con poder de cierre a través del interruptor automático.

➤ CELDA DE PROTECCIÓN DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO PARA TRAFO 2.

Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6- 36, modelo DM1C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.632 mm de profundidad, 2.250 mm de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes.
- Seccionador en SF<sub>6</sub> de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF<sub>6</sub> (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 36 kV, intensidad de 400 A y poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.
- Mando RI manual.
- Relé Sepam S20 destinado a la protección general o a transformador. Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:
  - Máxima intensidad de fase (50/51) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de



- un umbral alto a tiempo independiente.
- Máxima intensidad de defecto a tierra (50N/51N) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente.
- Medida de las distintas corrientes de fase.
- Medida de las corrientes de apertura ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_0$ ).

El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de autovigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura).

El Sepam es un relé indirecto alimentado por batería+cargador. Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

- Conexión inferior por cable lateral.
- 3 Toroidales tipo T3 (Toroidal 50/1, configuración 50/1).
- Cajón de Baja Tensión para relé.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra inferior con poder de cierre a través del interruptor automático.

#### 7.3.2.4. Características de los transformadores:

##### ➤ TRANSFORMADOR 1:

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia JLJ1UN0250KZ, siendo la tensión entre fases a la entrada de 25 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro (\*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Schneider Electric, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE-21428, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 250 kVA.

- Tensión nominal primaria: 25.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4,5 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:  
     Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 170 kV.  
     Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 70 kV.

(\*)Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21428

➤ CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 18/30 kV, de 150 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

➤ CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 1x300 mm<sup>2</sup> Al para las fases y de 1x150 mm<sup>2</sup> Al para el neutro.

➤ DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN:

Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

➤ TRANSFORMADOR 2:

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia JLJ1UN0250KZ, siendo la tensión entre fases a la entrada de 25 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro (\*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja

tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Schneider Electric, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE-21428, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 250 kVA.
- Tensión nominal primaria: 25.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4,5 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
  - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 170 kV.
  - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 70 kV.

(\*)Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21428

➤ CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 18/30 kV, de 150 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

➤ CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 1x240 mm<sup>2</sup> Al para las fases y de 1x240 mm<sup>2</sup> Al para el neutro.

➤ DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN:

Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

#### 7.3.2.5. Características material vario de Alta Tensión:

##### ➤ EMBARRADO GENERAL CELDAS CAS 36 KV.

El embarrado general de los conjuntos compactos CAS 36KV se construye con barras cilíndricas de cobre ETP duro de 16 mm de diámetro.

##### ➤ AISLADORES DE PASO CELDAS CAS 36 KV.

Son los pasatapas para la conexión de los cables aislados de alta tensión procedentes del exterior. Cumplen la norma UNESA 5205B y serán de tipo roscado para las funciones de línea y enchufables para las de protección.

##### ➤ EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6 36 KV.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

##### ➤ PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6 36 KV.

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 5 m.da.N.

### 7.3.3. Medida de la Energía Eléctrica.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo SE-1000AT de dimensiones 540 mm de alto x 720 mm de largo y 230 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 1 con medida:
- Activa: monodireccional.
- Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contador. Registro de curvas de carga horaria y cuarto-horaria.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

### 7.3.4. Puesta a Tierra.

#### 7.3.4.1. Tierra de Protección:

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no

estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

#### **7.3.4.2. Tierra de Servicio:**

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" para el centro de transformación CT1, dentro del documento de Cálculos Justificativos de este proyecto.

#### **7.3.4.3. Tierras interiores:**

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

### **7.3.5. Instalaciones Secundarias.**

#### **7.3.5.1. Alumbrado:**

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

**7.3.5.2. Baterías de Condensadores:**

No se instalarán baterías de condensadores.

**7.3.5.3. Protección contra Incendios:**

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

**7.3.5.4. Ventilación:**

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La justificación técnica de la correcta ventilación del centro se encuentra en el apartado de “Dimensionado de la Ventilación del C.T.” para el centro de transformación CT1, dentro del documento de Cálculos Justificativos de este proyecto.

**7.3.5.5. Medidas de Seguridad:**

➤ **SEGURIDAD EN CELDAS CAS**

Los conjuntos compactos CAS estarán provistos de enclavamientos de tipo MECÁNICO que relacionan entre sí los elementos que la componen.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

El dispositivo de enclavamiento de la puerta de acceso con el seccionador de puesta a tierra permite garantizar la seguridad total en las intervenciones con los cables y conectores que se tengan que realizar en este compartimento.

El compartimento de fusibles, totalmente estanco, será inaccesible mediante bloqueo mecánico en la posición de interruptor cerrado, siendo posible su apertura únicamente cuando éste se sitúe en la posición de puesta a tierra y, en este caso, se pondrán a tierra ambos extremos de los fusibles.

La cuba metálica será de acero inoxidable de 2.5 mm de espesor. En la parte inferior de ésta existirá una clapeta de seguridad ubicada fuera del acceso del personal. En el caso de producirse un arco interno en la cuba, esta clapeta se desprenderá por el incremento de presión en el interior, canalizando todos los gases por la parte posterior de la celda garantizando la seguridad de las personas que se encuentren en el centro de transformación.

➤ **SEGURIDAD EN CELDAS SM6:**

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 62271-200, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras, según se indica en anteriores apartados.

## **8. MEMORIA TÉCNICA ESPECÍFICA CORRESPONDIENTE A LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN PUNTA, DENOMINADO CT2:**

### **8.1. Características Generales del Centro de Transformación:**

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 25 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).

#### **8.1.1. Características celdas SM6 36 kV:**

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envoltente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200. Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

### **8.2. Programa de necesidades y Potencia instalada en KVA:**

El Centro de Transformación CT2 estará formado por un Transformador de 250kVA, que alimentará a las siguientes cargas:

- Alumbrado Vial y de una Zona de Aparcamientos, con una potencia de 5.133 kW
- Grúa Portuaria (Muelle Norte), con una potencia de 121.4 kW

### **8.3. Descripción de la Instalación:**

#### **8.3.1. Obra Civil:**

##### **8.3.1.1. Local:**

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHM36-



5T2D con una puerta peatonal de Schneider Electric, de dimensiones 9.600 x 3.000 y altura vista 3.130 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica.

#### 8.3.1.2. Características del local:

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón modelo EHM36 de Schneider Electric.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHM36 serán:

##### ➤ FACILIDAD DE INSTALACIÓN:

La sencilla unión entre los diferentes elementos prefabricados permitirá un montaje cómodo y rápido. Para su ubicación se realizará una excavación, en el fondo de la cual se dispondrá un lecho de arena lavada y nivelada.

##### ➤ MATERIAL:

El material empleado en la fabricación de los prefabricados EHM36 será hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

##### ➤ EQUIPOTENCIALIDAD:

La propia armadura de mallazo electrosoldado, gracias a un sistema de unión apropiado de los diferentes elementos, garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmnios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

##### ➤ IMPERMEABILIDAD:

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. En las uniones entre

paredes y entre techos se colocarán dobles juntas de neopreno para evitar la filtración de humedad. Además, los techos se sellarán posteriormente con masilla especial para hormigón, garantizando así una total estanqueidad.

➤ GRADOS DE PROTECCIÓN:

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior el edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

➤ BASES:

La solera estará formada por una o varias bases atornilladas entre sí. En las bases de la envolvente se dispondrá de los orificios para la entrada de cables de alta y baja tensión. Estos orificios serán partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

➤ PAREDES:

Serán elementos prefabricados de hormigón armado capaces de soportar los esfuerzos verticales de su propio peso, más el de los techos, y sobrecargas de éstos, simultáneamente con una presión horizontal de 100Kg/m<sup>2</sup>. Las paredes se unen entre sí mediante la tornillería que garantizará la equipotencialidad entre las diferentes placas.

➤ TECHOS:

Los techos estarán formados por piezas de hormigón armado y serán diseñados para soportar sobrecargas de 100Kg/m<sup>2</sup>.

La cubierta irá provista de una inclinación del 2% aproximadamente para facilitar el vertido de agua.

Los techos se atornillarán entre sí y se apoyarán sobre las paredes sellándose las uniones mediante masilla de caucho, garantizándose así su estanqueidad.

➤ SUELOS:

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables. A continuación de los suelos, se establecerá el foso en el que se instalarán las celdas. La parte del foso que no quede cubierta por las celdas o cuadros eléctricos se tapará con unas placas prefabricadas para tal efecto.

➤ CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE:

La cuba de recogida de aceite será de hormigón y totalmente estanca. Con una capacidad de 1.000 litros, estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que se derrame por la base. En la parte posterior irá dispuesta una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava. Unos raíles metálicos situados sobre la cuba permitirán una fácil ubicación del transformador en el interior del prefabricado, que se realizará a nivel del suelo por deslizamiento.

➤ MALLAS DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR:

Unas rejas metálicas impedirán el acceso directo a la zona del transformador desde el interior del prefabricado. Opcionalmente esta malla podrá ser sustituida por un tabique separador metálico.

➤ MALLA DE SEPARACIÓN INTERIOR:

Cuando haya áreas del centro de transformación con acceso restringido, se podrá instalar una malla de separación metálica con puerta y cierre por llave.

➤ REJILLAS DE VENTILACIÓN:

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHM-36 estarán construidas en chapa de acero galvanizado sobre la que se aplicará una película de pintura epoxy poliéster. El grado de protección para el que estarán diseñadas las rejillas será IP-33. Estas rejillas estarán diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación de aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala de transformadores. Todas las rejillas de ventilación irán provistas de una tela metálica mosquitera.

➤ PUERTAS DE ACCESO:

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico. Todas las puertas del prefabricado permitirán una luz de acceso de 1.250 mm x 2.400 mm (anchura x altura).

### 8.3.2. Instalación Eléctrica.

#### 8.3.2.1. Características de la Red de Alimentación:

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 25 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

#### 8.3.2.2. Características Generales de la Aparata de Alta Tensión:

##### ➤ CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6 36KV

- Tensión asignada: 36 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:  
A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 70 kV ef.  
A impulso tipo rayo: 170 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
- Intensidad asignada en Interrup. Automático: 400-630 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles: 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP3X.
- Puesta a tierra: El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado: El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

### 8.3.2.3. Características individuales de cada celda:

#### ➤ CELDA DE REMONTE.

Celda Schneider Electric de remonte de cables gama SM6, modelo GAM, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1500 mm de profundidad, 2.250 mm de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A para conexión superior, de tensión de 36 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre.
- Mando CC manual independiente.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Conexión inferior cable seco unipolar.

#### ➤ CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

Celda Schneider Electric de protección con interruptor y fusibles combinados gama SM6-36, modelo QM, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.500 mm de profundidad y 2.250 mm de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador en SF<sub>6</sub> de 400 A, tensión de 36 kV y 16 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CI1 manual.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 36kV, y calibre 20 A.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Con bobina de apertura.
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Preparada para conexión inferior de cable unipolar seco.

- Embarrado de puesta a tierra.
- Cajón de B.T. (450 mm).
- Relé autoalimentado a partir de 5A de fase para la protección indirecta de sobrecarga y homopolar modelo PRQ de Schneider Electric, asociado a la celda de protección. Se asociará a tres toroidales, que provocará la apertura del interruptor cuando se detecte una sobrecarga o una corriente homopolar superior o igual al umbral de sensibilidad preseleccionado y después de la temporización definida.

➤ CELDA DE MEDIDA.

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.518 mm de profundidad, 2.250 mm de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 7.5/5A, 10VA CL0.5S,  $I_{th}=200I_n$ , gama extendida 150 % y aislamiento 36 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación  $27.500:\sqrt{3}/110:\sqrt{3}$ , 25VA, CL0.5,  $F_t = 1,9$  y aislamiento 36 kV.

8.3.2.4. *Características del transformador:*

➤ TRANSFORMADOR 1:

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia JLI1UN0250KZ, siendo la tensión entre fases a la entrada de 25 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro (\*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Schneider Electric, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE-21428, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 250 kVA.
- Tensión nominal primaria: 25.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4,5 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
  - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 170 kV.
  - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 70 kV.

(\*)Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21428

➤ CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 18/30 kV, de 150 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

➤ CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 1x240 mm<sup>2</sup> Al para las fases y de 1x240 mm<sup>2</sup> Al para el neutro.

➤ DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN:

Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

**8.3.2.5. Características material vario de Alta Tensión.**

➤ EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6 36 KV.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

➤ **PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6 36 KV.**

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 5 m.da.N.

### **8.3.3. Medida de la Energía Eléctrica.**

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo SE-1000AT de dimensiones 540 mm de alto x 720 mm de largo y 230 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 1 con medida:
- Activa: monodireccional.
- Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contador. Registro de curvas de carga horaria y cuarto-horaria.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

### **8.3.4. Puesta a Tierra.**

#### **8.3.4.1. Tierra de Protección:**

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

#### **8.3.4.2. Tierra de Servicio:**

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" para el centro de transformación CT2, dentro del documento de Cálculos Justificativos de este proyecto.

#### **8.3.4.3. Tierras interiores:**

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar



conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

### **8.3.5. Instalaciones Secundarias.**

#### **8.3.5.1. Alumbrado:**

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

#### **8.3.5.2. Baterías de Condensadores:**

No se instalarán baterías de condensadores.

#### **8.3.5.3. Protección contra Incendios:**

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

#### **8.3.5.4. Ventilación:**

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La justificación técnica de la correcta ventilación del centro se encuentra en el apartado de “Dimensionado de la Ventilación del C.T.” para el centro de transformación CT2, dentro del documento de Cálculos Justificativos de este proyecto.

#### 8.3.5.5. *Medidas de Seguridad:*

##### ➤ SEGURIDAD EN CELDAS SM6:

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 62271-200, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras, según se indica en anteriores apartados.

# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

## **DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **TITULACIÓN:**

Ingeniería Industrial

### **AUTOR:**

José Ángel Tomás Gabarrón

### **DIRECTOR:**

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

FECHA: mayo, 2012

## ÍNDICE

<b>1. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL</b>	<b>12</b>
1.1. Cálculo del Alumbrado	12
1.1.1 Alumbrado interior	12
1.1.1.1. Principales aspectos a tener en cuenta en la iluminación interior	12
1.1.1.2. Cálculo de alumbrado interior	14
1.1.1.2.1. Iluminación almacén	14
1.1.1.2.2. Iluminación hall	15
1.1.1.2.3. Iluminación pasillo	16
1.1.1.2.4. Iluminación oficina 1	16
1.1.1.2.5. Iluminación oficinas 2 y 3	17
1.1.1.2.6. Iluminación sala de reuniones	18
1.1.1.2.7. Iluminación aseo masculino	18
1.1.1.2.8. Iluminación aseo femenino	19
1.1.1.2.9. Iluminación sala de exposiciones	19
1.1.1.3. Resumen de los cálculos	20
1.1.2. Alumbrado de emergencia	21
1.1.2.1. Principales aspectos a tener en cuenta en la iluminación de emergencia	21
1.1.2.2. Cálculo alumbrado de emergencia	22
1.1.3. Alumbrado exterior	22
1.2. Líneas de distribución	22
1.2.1. Necesidades de suministro	22
1.2.1.1. Alumbrado	22
1.2.1.2. Tomas de corriente	23
1.2.1.3. Previsión de carga necesaria	23
1.2.2. Fórmulas utilizadas	23
1.2.2.1. Cálculo de la corriente en cada línea	23
1.2.2.2. Cálculo de la caída de tensión en cada línea	24
1.2.2.3. Cálculo de la caída de tensión porcentual en cada línea	24
1.2.2.4. Cálculo de la conductividad eléctrica	25
1.2.2.5. Cálculo de las sobrecargas	26
1.2.2.6. Cortocircuito	26

1.2.2.7. Embarrado_____	28
1.3. Acometida_____	28
1.4. Línea general de alimentación_____	29
1.5. Derivación individual_____	29
1.6. Cálculo líneas almacén_____	30
1.6.1. Cálculo de la línea general de las tomas de corriente del almacén_____	30
1.6.1.1. Cálculo de la línea cuadro TC1_____	31
1.6.1.2. Cálculo de la línea cuadro TC2_____	31
1.6.1.3. Cálculo de la línea cuadro TC3_____	32
1.6.1.4. Cálculo de la línea cuadro TC4_____	32
1.6.1.5. Cálculo de la línea cuadro TC5_____	33
1.6.1.6. Cálculo de la línea cuadro TC6_____	33
1.6.2. Cálculo de la línea general del alumbrado del almacén_____	34
1.6.2.1. Cálculo de la línea de alumbrado exterior_____	34
1.6.2.2. Cálculo de la línea de alumbrado 1_____	35
1.6.2.3. Cálculo de la línea de alumbrado 2_____	35
1.6.2.4. Cálculo de la línea de alumbrado 3_____	36
1.6.2.5. Cálculo de la línea de alumbrado 4_____	36
1.6.2.6. Cálculo de la línea de alumbrado 5_____	37
1.6.2.7. Cálculo de la línea de alumbrado 6_____	37
1.6.2.8. Cálculo de la línea de alumbrado 7_____	38
1.6.2.9. Cálculo de la línea de alumbrado 8_____	38
1.6.2.10. Cálculo de la línea de alumbrado 9_____	39
1.6.2.11. Cálculo de la línea de alumbrado 10_____	39
1.6.2.12. Cálculo de la línea de alumbrado 11_____	40
1.6.2.13. Cálculo de la línea de alumbrado 12_____	40
1.6.2.14. Cálculo de la línea de alumbrado 13_____	41
1.6.2.15. Cálculo de la línea de alumbrado 14_____	41
1.6.2.16. Cálculo de la línea de alumbrado 15_____	42
1.6.2.17. Cálculo de la línea de alumbrado 16_____	42
1.6.2.18. Cálculo de la línea de alumbrado 17_____	43
1.6.2.19. Cálculo de la línea de alumbrado 18_____	43
1.6.2.20. Cálculo de la línea de alumbrado 19_____	44
1.6.2.21. Cálculo de la línea de alumbrado 20_____	45

1.6.2.22. Cálculo de la línea de alumbrado 21_____	45
1.6.2.23. Cálculo de la línea de alumbrado 22_____	46
1.6.2.24. Cálculo de la línea de alumbrado 23_____	46
1.6.2.25. Cálculo de la línea de alumbrado 24_____	47
1.6.2.26. Cálculo de la línea de alumbrado 25_____	47
1.6.2.27. Cálculo de la línea de alumbrado 26_____	48
1.6.2.28. Cálculo de la línea de alumbrado 27_____	48
1.6.2.29. Cálculo de la línea de alumbrado 28_____	49
1.6.2.30. Cálculo de la línea de alumbrado 29_____	49
1.6.2.31. Cálculo de la línea de alumbrado 30_____	50
1.6.3. Cálculo de la línea general de alumbrado de emergencia del almacén_____	50
1.6.3.1. Cálculo de la línea de emergencia 1_____	51
1.6.3.2. Cálculo de la línea de emergencia 2_____	51
1.6.3.3. Cálculo de la línea de emergencia 3_____	52
1.6.3.4. Cálculo de la línea de emergencia 4_____	52
1.6.3.5. Cálculo de la línea de emergencia 5_____	53
1.6.3.6. Cálculo de la línea de emergencia 6_____	53
1.6.3.7. Cálculo de la línea de emergencia 7_____	54
1.6.3.8. Cálculo de la línea de emergencia 8_____	54
1.6.3.9. Cálculo de la línea de emergencia 9_____	55
1.6.3.10. Cálculo de la línea de emergencia 10_____	55
1.6.3.11. Cálculo de la línea de emergencia 11_____	56
1.7. Cálculo líneas zona de oficinas_____	56
1.7.1. Cálculo de la línea de alimentación al Subcuadro de la zona de oficinas_____	56
1.7.1.1. Cálculo de la línea general de alumbrado de la zona de oficinas_____	57
1.7.1.1.1. Cálculo línea alumbrado hall_____	57
1.7.1.1.2. Cálculo línea alumbrado pasillo_____	58
1.7.1.1.3. Cálculo línea alumbrado oficina 1 _____	59
1.7.1.1.4. Cálculo línea alumbrado oficina 2_____	59
1.7.1.1.5. Cálculo línea alumbrado oficina 3_____	60
1.7.1.1.6. Cálculo línea alumbrado sala de reuniones_____	60

1.7.1.1.7. Cálculo línea alumbrado aseo masculino_____	61
1.7.1.1.8. Cálculo línea alumbrado aseo femenino_____	61
1.7.1.2. Cálculo de la línea general alumbrado emergencia z. de oficinas__	62
1.7.1.2.1. Cálculo línea emergencia hall_____	62
1.7.1.2.2. Cálculo línea emergencia pasillo_____	63
1.7.1.2.3. Cálculo línea emergencia oficina 1_____	63
1.7.1.2.4. Cálculo línea emergencia oficina 2_____	64
1.7.1.2.5. Cálculo línea emergencia oficina 3_____	64
1.7.1.2.6. Cálculo línea emergencia sala de reuniones_____	65
1.7.1.2.7. Cálculo línea emergencia aseo masculino_____	65
1.7.1.2.8. Cálculo línea emergencia aseo femenino_____	66
1.7.1.3. Cálculo de la línea general de las tomas de corriente de la zona de oficinas_____	66
1.7.1.3.1. Cálculo línea TC hall_____	67
1.7.1.3.2. Cálculo línea TC oficina 1_____	67
1.7.1.3.3. Cálculo línea TC oficina 2_____	68
1.7.1.3.4. Cálculo línea TC oficina 3_____	68
1.7.1.3.5. Cálculo línea TC sala de reuniones_____	69
1.7.1.3.6. Cálculo línea TC aseo masculino_____	69
1.7.1.3.7. Cálculo línea TC aseo femenino_____	70
1.8. Cálculo líneas sala de exposiciones_____	71
1.8.1. Cálculo de la línea de alimentación al Subcuadro de la sala de exposiciones_____	71
1.8.1.1. Cálculo de la línea general de alumbrado de la sala de exposiciones_____	71
1.8.1.1.1. Cálculo de la línea alumbrado 1_____	72
1.8.1.1.2. Cálculo de la línea alumbrado 2_____	72
1.8.1.1.3. Cálculo de la línea alumbrado 3_____	73
1.8.1.1.4. Cálculo de la línea alumbrado 4_____	73
1.8.1.1.5. Cálculo de la línea alumbrado 5_____	74
1.8.1.1.6. Cálculo de la línea alumbrado 6_____	74
1.8.1.1.7. Cálculo de la línea alumbrado 7_____	75
1.8.1.1.8. Cálculo de la línea alumbrado 8_____	75
1.8.1.1.9. Cálculo de la línea alumbrado 9_____	76

1.8.1.1.10. Cálculo de la línea alumbrado 10	76
1.8.1.1.11. Cálculo de la línea alumbrado 11	77
1.8.1.1.12. Cálculo de la línea alumbrado 12	77
1.8.1.1.13. Cálculo de la línea alumbrado 13	78
1.8.1.1.14. Cálculo de la línea alumbrado 14	79
1.8.1.1.15. Cálculo de la línea alumbrado 15	79
1.8.1.1.16. Cálculo de la línea alumbrado 16	80
1.8.1.1.17. Cálculo de la línea alumbrado 17	80
1.8.1.1.18. Cálculo de la línea alumbrado 18	81
1.8.1.1.19. Cálculo de la línea alumbrado 19	81
1.8.1.1.20. Cálculo de la línea alumbrado 20	82
1.8.1.2. Cálculo de la línea general de alumbrado de emergencia de la sala de exposiciones	82
1.8.1.2.1. Cálculo de la línea de emergencia 1	83
1.8.1.2.2. Cálculo de la línea de emergencia 2	83
1.8.1.2.3. Cálculo de la línea de emergencia 3	84
1.8.1.2.4. Cálculo de la línea de emergencia 4	84
1.8.1.2.5. Cálculo de la línea de emergencia 5	85
1.8.1.2.6. Cálculo de la línea de emergencia 6	85
1.8.1.2.7. Cálculo de la línea de emergencia 7	86
1.8.1.3. Cálculo de la línea general de las tomas de corriente de la sala de exposiciones	86
1.8.1.3.1. Cálculo línea TC1	87
1.8.1.3.2. Cálculo línea TC2	87
1.8.1.3.3. Cálculo línea TC3	88
1.8.1.3.4. Cálculo línea TC4	88
1.8.1.3.5. Cálculo línea TC5	89
1.8.1.3.6. Cálculo línea TC6	89
1.8.1.3.7. Cálculo línea TC7	90
1.8.1.3.8. Cálculo línea TC8	90
1.9. Cálculo del embarrado del cuadro general de mando y protección	91
1.10. Cálculo del embarrado del Subcuadro de la zona de oficinas	92
1.11. Cálculo del embarrado del Subcuadro de la sala de exposiciones	92
1.12. Resumen de los cálculos	94



1.12.1. Cuadro general de mando y protección_____	94
1.12.2. Cortocircuito cuadro general de mando y protección_____	96
1.12.3. Subcuadro oficinas_____	98
1.12.4. Cortocircuito subcuadro oficinas_____	99
1.12.5. Subcuadro sala de exposiciones_____	100
1.12.6. Cortocircuito subcuadro sala de exposiciones_____	101
1.13. Sistema de puesta a tierra_____	102
1.13.1. Datos de partida_____	102
1.13.2. Criterios de diseño_____	102
1.13.3. Cálculo_____	103
1.14. Protección contra incendios_____	104
1.14.1. Propagación interior_____	104
1.14.2. Evacuación de ocupantes_____	104
1.14.3. Detección, control y extinción del incendio_____	105
 <b>2.CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS_____</b>	 107
2.1. Fórmulas para el cálculo de las caídas de tensión_____	107
2.2. Fórmulas para el cálculo de intensidad_____	107
2.3. Cálculo de las líneas de alumbrado vial y de la zona de aparcamientos alimentadas por el centro de transformación_____	108
2.3.1. Acometida_____	108
2.3.2. Cálculo de la línea general de alimentación _____	108
2.3.3. Cálculo de la derivación individual_____	109
2.3.4. Cálculo de la línea de suministro de alumbrado vial (Ramales 1 y 2)_	109
2.3.5. Cálculo de la línea de suministro de alumbrado para aparcamientos_	110
2.3.6. Resultados para el ramal 1 correspondiente al alumbrado vial, alimentado por el CT1_____	111
2.3.7. Resultado para el ramal 2 correspondiente al alumbrado vial, alimentado por el CT1_____	112
2.3.8. Resultado para el ramal correspondiente al alumbrado de aparcamientos, alimentado por el CT1_____	113
2.4. Cálculo de las líneas de alumbrado vial y de la zona de aparcamientos alimentadas por el centro de transformación CT2_____	114

2.4.1. Acometida_____	114
2.4.2. Cálculo de la línea general de alimentación_____	114
2.4.3. Cálculo de la derivación individual_____	114
2.4.4. Cálculo de la línea de suministro de alumbrado vial_____	115
2.4.5. Cálculo de la línea de suministro de alumbrado para aparcamientos_	115
2.4.6.Resultado para el ramal correspondiente al alumbrado vial, alimentado por el CT2_____	117
2.4.7.Resultado para el ramal correspondiente al alumbrado de aparcamientos, alimentado por el CT2_____	118
2.5. Cálculos luminotécnicos_____	119
 <b>3.CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LAS DOS GRÚAS PORTUARIAS</b>	
<b>SITUADAS EN EL MUELLE ESTE Y EN EL MUELLE NORTE_____</b>	<b>120</b>
3.1. Potencia en cada grúa_____	120
3.2. Acometida grúa muelle Este desde CT1_____	120
3.3. Acometida grúa muelle Norte desde CT2_____	121
3.4. Cálculo secciones correspondientes a la instalación eléctrica de cada grúa_____	122
3.4.1. Cálculo de la línea de alimentación al motor de elevación_____	122
3.4.2. Cálculo de la línea de alimentación de la resistencia de frenado de motor de elevación_____	122
3.4.3. Cálculo de la línea de alimentación al freno del motor de elevación_	123
3.4.4. Cálculo de la línea de alimentación al motor de alcance_____	123
3.4.5. Cálculo de la línea de alimentación a la resistencia de frenado del motor de alcance_____	124
3.4.6. Cálculo de la línea de alimentación al freno del motor de alcance____	125
3.4.7. Cálculo de la línea de alimentación al motor de giro_____	125
3.4.8. Cálculo de la línea de alimentación a la resistencia de frenado del motor de giro_____	125
3.4.9. Cálculo de la línea de alimentación al freno del motor de giro_____	126
3.4.10. Cálculo de la línea de alimentación al caldeo del motor de elevación_____	126
3.4.11. Cálculo de la línea de alimentación al caldeo del motor de alcance_	127
3.4.12. Cálculo de la línea de alimentación al caldeo del motor de giro_____	127
3.4.13. Cálculo de la línea de alimentación al aire acondicionado de la	

cabina superior_____	128
3.4.14. Cálculo de la línea de alimentación al alumbrado de la cabina de operador_____	128
3.4.15. Cálculo de la línea de alimentación al alumbrado de la sala de máquinas_____	129
3.4.16. Cálculo de la línea de alimentación al alumbrado de entrada a la sala de máquinas y a la cabina_____	129
3.4.17. Cálculo de la línea de alimentación al alumbrado de accesos_____	130
3.4.18. Cálculo de la línea de alimentación a los proyectores de la zona del cargador_____	130
3.4.19. Cálculo de la línea de alimentación a la toma de corrientes_____	131
3.4.20. Cálculo de la línea de alimentación al ojo de buey de la plataforma superior de la grúa_____	131
3.4.21. Cálculo de la línea de alimentación al proyector de la grúa_____	132
3.4.22. Cálculo de la línea de alimentación al cuadro de la cabina del operador_____	132
3.4.23. Cálculo de la línea de alimentación a la remota del PLC_____	132
3.4.24. Cálculo de la línea de alimentación al equipo limitador de carga_____	133
3.4.25. Cálculo de la línea de alimentación al radio mando_____	133
3.4.26. Cálculo de la línea de alimentación al transformador de servicios auxiliares_____	134
3.4.27. Cálculo de la línea de alimentación a la toma de soldadura_____	134
3.5. Resumen de los cálculos_____	135
<b>4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1_____</b>	<b>136</b>
4.1. Intensidad de Alta Tensión_____	136
4.2. Intensidad de Baja Tensión_____	136
4.3. Cortocircuitos_____	137
4.3.1. Observaciones_____	137
4.3.2. Cálculo de las corrientes de cortocircuito_____	137
4.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión_____	137
4.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión_____	138
4.4. Dimensionado del embarrado_____	138
4.4.1. Comprobación por densidad de corriente_____	138

4.4.2. Comprobación por solicitación electrodinámica_____	139
4.4.3. Comprobación por solicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible_____	139
4.5. Selección de las protecciones de Alta y Baja tensión_____	139
4.6. Dimensionado de la ventilación del CT_____	139
4.7. Dimensiones del pozo apagafuegos_____	140
4.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra_____	140
4.8.1. Investigación de las características del suelo_____	140
4.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto_____	140
4.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra_____	141
4.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras_____	142
4.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación_____	143
4.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación_____	144
4.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas_____	144
4.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior_____	146
4.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo_____	146
 <b>5. CÁLCULO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EXISTENTE ENTRE EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1 Y EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2_____</b>	 147
5.1. Consideraciones principales_____	147
5.2. Comprobación de la sección según la intensidad máxima admisible_____	148
5.3. Comprobación de la sección según la caída de tensión_____	148
5.4. Comprobación de la sección según la intensidad de cortocircuito_____	149
 <b>6. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2_</b>	 151
6.1. Intensidad de Alta tensión_____	151
6.2. Intensidad de Baja tensión_____	151
6.3. Cortocircuitos_____	152
6.3.1. Observaciones_____	152
6.3.2. Cálculo de las corrientes de cortocircuito_____	152
6.3.3. Cortocircuitos en el lado de Alta tensión_____	152
6.3.4. Cortocircuitos en el lado de Baja tensión_____	153
6.4. Dimensionado del embarrado_____	153

6.4.1. Comprobación por densidad de corriente_____	153
6.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica_____	153
6.4.3. Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible_____	154
6.5. Selección de las protecciones de Alta y Baja tensión_____	154
6.6. Dimensionado de la ventilación del CT_____	155
6.7. Dimensionado del pozo apagafuegos_____	155
6.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra_____	155
6.8.1. Investigación de las características del suelo_____	155
6.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto_____	155
6.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra_____	156
6.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras_____	158
6.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de las instalación_____	159
6.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de las instalación_____	159
6.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas_____	160
6.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior_____	161
6.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo_____	161

## **1. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL:**

### **1.1. Cálculo del Alumbrado:**

#### **1.1.1. Alumbrado interior:**

##### *1.1.1.1. Principales aspectos a tener en cuenta en la iluminación interior:*

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual...). El usuario estándar no existe y por tanto, una misma instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, el nivel de iluminación, etc.

Por tanto se deben de realizar una serie de hipótesis sobre los principales aspectos que entran en juego dentro de la iluminación interior. Los elementos a tener en cuenta se citan a continuación:

- Dimensiones del local y altura del plano de trabajo: normalmente la altura del plano de trabajo es 0,85.
- Nivel de iluminancia media ( $E_m$ ), que depende de la actividad que se va a realizar en cada zona o local de la instalación, y se encuentran tabulados en las normas UNE 72-163-84, UNE 72-112-85, en las NTE y en el RD486/1997 del 14 abril (iluminación en los lugares de trabajo).
- Tipo de lámpara, las lámparas empleadas en iluminación de interiores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.) Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de instalación...).

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	Incandescente
	Fluorescente
	Halógenas de baja potencia
Oficinas	Alumbrado general: fluorescentes
	Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión

<b>Comercial (depende de las dimensiones y características del comercio)</b>	<p>Incandescentes, halógenas y fluorescentes</p> <p>Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálico</p>
<b>Industrial</b>	<p>Todos los tipos</p> <p>Luminarias situadas a baja altura &lt; 6 m: fluorescentes</p> <p>Luminarias situadas a gran altura &gt; 6 m: lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores</p> <p>Alumbrado localizado: incandescentes</p>
<b>Deportivo</b>	<p>Luminarias situadas a baja altura &lt; 6 m: fluorescente</p> <p>Luminarias situadas a gran altura &gt; 6 m: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión.</p>

La elección de las luminarias está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de esta. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación exhaustiva. La forma y tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial.

- Altura suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido: En locales de altura normal, como pueden ser, oficinas, baños, etc. La altura donde irán las luminarias será la máxima posible, y en espacios más amplios, esta altura vendrá definida por la fórmula siguiente:

$$h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0,85)$$

Siendo:

h = altura de disposición de las luminarias en metros.

h' = altura del local en metros.

- Índice del local (K), que se calcula a partir de la geometría del local, según el método europeo.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Siendo:

$K$  = Índice del local

$h$  = Altura de las luminarias en metros

$a$  = Ancho del local en metros

$b$  = Largo del local en metros

- Factor de reflexión ( $\rho$ ) de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados en la norma UNE-48103. Para nuestra nave, el coeficiente de reflexión variará dependiendo de la zona de estudio. Los valores estándar son los siguientes:

Elementos analizados	Factor de reflexión ( $\rho$ )
Techo	50 %
Pared	30 %
Suelo	10 %

- Factor de utilización ( $\eta$ ) a partir del índice del local ( $K$ ) y los factores de reflexión ( $\rho$ ). Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. Cada tipo de luminaria tiene su propia tabla con los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. En nuestro caso el valor escogido es 0,5.
- Factor de mantenimiento o depreciación ( $f_m$ ) de la instalación. Este coeficiente depende del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia con la que se limpia el local. El cuadro siguiente muestra los factores de mantenimiento según el ambiente:

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

#### 1.1.1.2. Cálculo de alumbrado interior:

##### 1.1.1.2.1. Iluminación almacén:

Para realizar la iluminación de la zona de almacén, hay que tener en cuenta que se trata de una actividad industrial. La iluminación requerida para este tipo de trabajo la podemos englobar dentro de unos requerimientos visuales normales. En la siguiente tabla podemos resumir la iluminancia recomendada en industrias según los requerimientos visuales de esta:



Industria	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Como podemos observar en la tabla deberemos obtener una iluminación media que deberá estar comprendida entre 500-750 lux. A la hora de realizar los cálculos en el programa Dialux, este nos pedirá el valor deseado en lux para la zona a iluminar.

Las luminarias escogidas para iluminar la zona del almacén serán lámparas montadas en halogenuros metálicos con una potencia de 400 W.

Una vez realizados los cálculos con el programa Dialux, teniendo en cuenta los diferentes recursos anteriormente citados, se adopta la colocación de 210 luminarias. A continuación se muestra una tabla con los resultados de iluminancia obtenidos para el plano útil:

Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
137	527	715

El resto de resultados se pueden observar en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

#### 1.1.1.2.2. Iluminación hall:

En el caso de la iluminación para el hall de entrada a la zona de oficinas, debemos tener en cuenta que se trata de una zona de tránsito. En la siguiente tabla se recogen los requerimientos visuales para este tipo de zonas:

Zonas generales de edificios	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200

Como podemos observar en la tabla deberemos obtener una iluminación media que deberá estar comprendida entre 100-150 lux. A la hora de realizar los cálculos en el programa Dialux, este nos pedirá el valor deseado en lux para la zona a iluminar.

La distribución de las luminarias se realiza mediante el programa Dialux. Utilizando luminarias de 2x26 W, éste nos calcula un número total de 24 piezas para realizar una distribución uniforme. A continuación se muestra una tabla con los resultados de iluminancia obtenidos para el plano útil:

Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
78	137	289

El resto de resultados se pueden observar en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

#### 1.1.1.2.3. Iluminación pasillo:

En el caso de la iluminación para el pasillo de la zona de oficinas, debemos tener en cuenta que se trata de una zona de tránsito. En la siguiente tabla se recogen los requerimientos visuales para este tipo de zonas:

Zonas generales de edificios	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200

Como podemos observar en la tabla deberemos obtener una iluminación media que deberá estar comprendida entre 100-150 lux. A la hora de realizar los cálculos en el programa Dialux, este nos pedirá el valor deseado en lux para la zona a iluminar.

La distribución de las luminarias se realiza mediante el programa Dialux. Utilizando luminarias de 2x26 W, éste nos calcula un número total de 24 piezas para realizar una distribución uniforme. A continuación se muestra una tabla con los resultados de iluminancia obtenidos para el plano útil:

Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
60	160	261

El resto de resultados se pueden observar en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

#### 1.1.1.2.4. Iluminación oficina 1:

En el caso de la iluminación para la oficina 1, debemos tener en cuenta que se trata, como su propio nombre indica, de una zona de oficinas. En la siguiente tabla se recogen los requerimientos visuales para este tipo de zonas:

Oficinas	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000

Como podemos observar en la tabla deberemos obtener una iluminación media que deberá estar comprendida entre 500-750 lux. A la hora de realizar los cálculos en el programa Dialux, este nos pedirá el valor deseado en lux para la zona a iluminar.

La distribución de las luminarias se realiza mediante el programa Dialux. Utilizando luminarias de 1x35 W, éste nos calcula un número total de 35 piezas para realizar una distribución uniforme. A continuación se muestra una tabla con los resultados de iluminancia obtenidos para el plano útil:

Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
96	629	724

El resto de resultados se pueden observar en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

#### 1.1.1.2.5. Iluminación oficinas 2 y 3:

En el caso de la iluminación para las oficinas 2 y 3, debemos tener en cuenta que se trata, como su propio nombre indica, de una zona de oficinas. En la siguiente tabla se recogen los requerimientos visuales para este tipo de zonas:

Oficinas	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000

Como podemos observar en la tabla deberemos obtener una iluminación media que deberá estar comprendida entre 500-750 lux. A la hora de realizar los cálculos en el programa Dialux, este nos pedirá el valor deseado en lux para la zona a iluminar.

La distribución de las luminarias se realiza mediante el programa Dialux. Utilizando luminarias de 1x35 W, éste nos calcula un número total de 42 piezas para realizar una distribución uniforme. A continuación se muestra una tabla con los resultados de iluminancia obtenidos para el plano útil:

Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
315	705	796

El resto de resultados se pueden observar en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

#### 1.1.1.2.6. Iluminación sala de reuniones:

En el caso de la iluminación para la sala de reuniones, podemos englobarla dentro del grupo de zonas de oficina, ya que dentro del mismo se incluyen las salas de conferencias. En la siguiente tabla se recogen los requerimientos visuales para este tipo de zonas:

Oficinas	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000

Como podemos observar en la tabla deberemos obtener una iluminación media que deberá estar comprendida entre 500-750 lux. A la hora de realizar los cálculos en el programa Dialux, este nos pedirá el valor deseado en lux para la zona a iluminar.

La distribución de las luminarias se realiza mediante el programa Dialux. Utilizando luminarias de 1x35 W, éste nos calcula un número total de 30 piezas para realizar una distribución uniforme. A continuación se muestra una tabla con los resultados de iluminancia obtenidos para el plano útil:

Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
378	695	844

El resto de resultados se pueden observar en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

#### 1.1.1.2.7. Iluminación aseo masculino:

En el caso de la iluminación para el aseo masculino, debemos tener en cuenta la iluminación requerida para este tipo de zonas. En la siguiente tabla se recogen los requerimientos visuales:

Zonas	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Cuartos de aseo	100	150	200

Como podemos observar en la tabla deberemos obtener una iluminación media que deberá estar comprendida entre 150-200 lux. A la hora de realizar los cálculos en el programa Dialux, este nos pedirá el valor deseado en lux para la zona a iluminar.

La distribución de las luminarias se realiza mediante el programa Dialux. Utilizando luminarias de 2x26 W, éste nos calcula un número total de 31 piezas para realizar una distribución uniforme. A continuación se muestra una tabla con los resultados de iluminancia obtenidos para el plano útil:

Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
94	267	385

El resto de resultados se pueden observar en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

#### 1.1.1.2.8. Iluminación aseo femenino:

En el caso de la iluminación para el aseo femenino, debemos tener en cuenta la iluminación requerida para este tipo de zonas. En la siguiente tabla se recogen los requerimientos visuales:

Zonas	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Cuartos de aseo	100	150	200

Como podemos observar en la tabla deberemos obtener una iluminación media que deberá estar comprendida entre 150-200 lux. A la hora de realizar los cálculos en el programa Dialux, este nos pedirá el valor deseado en lux para la zona a iluminar.

La distribución de las luminarias se realiza mediante el programa Dialux. Utilizando luminarias de 2x26 W, éste nos calcula un número total de 32 piezas para realizar una distribución uniforme. A continuación se muestra una tabla con los resultados de iluminancia obtenidos para el plano útil:

Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
112	265	385

El resto de resultados se pueden observar en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

#### 1.1.1.2.9. Iluminación sala de exposiciones:

En el caso de la iluminación para la sala de exposiciones, debemos tener en cuenta que se trata de un lugar de pública concurrencia. En la siguiente tabla se recogen los requerimientos visuales para este tipo de zonas:

Locales de pública concurrencia	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Ferias, pabellones de exposiciones	200	300	500

Como podemos observar en la tabla deberemos obtener una iluminación media que deberá estar comprendida entre 300-500 lux. A la hora de realizar los cálculos en el programa Dialux, este nos pedirá el valor deseado en lux para la zona a iluminar.

La distribución de las luminarias se realiza mediante el programa Dialux. Utilizando luminarias de 2x35 W, éste nos calcula un número total de 100 piezas para realizar una distribución uniforme. A continuación se muestra una tabla con los resultados de iluminancia obtenidos para el plano útil:

Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
196	395	547

El resto de resultados se pueden observar en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

#### 1.1.1.3. Resumen de los cálculos:

- Iluminancia media:

Zona	Iluminación requerida (lux)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente de utilización	Factor de mantenimiento	Iluminancia mantenida (lux)
Almacén	500-750	5962,18	0,57	0,8	527
Hall	100-150	208,69	0,57	0,8	137
Pasillo	100-150	202,05	0,57	0,8	160
Oficina 1	500-750	161,05	0,57	0,8	629
Oficinas 2 y 3	500-750	177,1	0,57	0,8	705
Sala de Reuniones	500-750	127,77	0,57	0,8	695
Aseo Masculino	150-200	100	0,57	0,8	267
Aseo Femenino	150-200	100	0,57	0,8	265
Sala de Exposiciones	300-500	1270,61	0,57	0,8	395

- Número de luminarias:

Zona	Iluminancia mantenida (lux)	Lámpara	Flujo lámpara (lúmenes)	Número de luminarias
Almacén	527	VMH 400 W	22000	210
Hall	137	Fluorescentes 2x26 W	3600	24
Pasillo	160	Fluorescentes 2x26 W	3600	24
Oficina 1	629	Fluorescentes LED 1x35 W	2800	35
Oficinas 2 y 3	705	Fluorescentes LED 1x35 W	2800	42

Sala de Reuniones	695	Fluorescentes LED 1x35 W	2800	30
Aseo Masculino	267	Fluorescentes 2x26 W	3600	31
Aseo Femenino	265	Fluorescentes 2x26 W	3600	32
Sala de Exposiciones	395	Fluorescentes 2x35 W	6600	100

### 1.1.2. Alumbrado de emergencia:

#### 1.1.2.1. Principales aspectos a tener en cuenta en la iluminación de emergencia:

La instalación de alumbrado de emergencia se hará teniendo en cuenta la normativa que rige el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales y el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

El diseño de dicha instalación se ha efectuado mediante el programa de cálculo Dialux, descrito en la memoria de este proyecto. Los detalles de los cálculos se detallan en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

La instalación debe cumplir los siguientes requisitos, en lo que se refiere a nivel de iluminación:

- Proporcionar una iluminancia de 1 lux como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, y en todo punto cuando los recorridos discurren en espacios distintos a pasillos y escaleras.
- La iluminancia será como mínimo de 5 lux en los puntos donde estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual, y en los cuadros de distribución de alumbrado.
- La uniformidad de la iluminación en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente de la Iluminancia máxima y la mínima será menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes, techos y suelos, y teniendo en cuenta un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas. El factor escogido ha sido 0.8, que es un valor estándar para este tipo de luminarias.

#### 1.1.2.2. Cálculo alumbrado de emergencia:

Para el alumbrado de emergencia de la nave se utilizarán luminarias de emergencia de 470 lm con lámparas fluorescentes Philips TCH329 1xTL8W, con grado de protección IP42, autonomía de 1 hora, con baterías herméticas recargables, modelo ZG4-N24 TCA.

Son adecuadas porque cumplen las exigencias del reglamento en el aspecto que utilizan para su encendido, la energía acumulada en sus baterías cuando la tensión cae por debajo del 70% del valor nominal y que pueden ser autónomas durante una hora, ya que tienen la ventaja de ser independientes del cableado que las alimenta, incrementando por tanto la seguridad ante cualquier emergencia. Constan de un tubo fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red. Además cumple con lo anunciado en las normas UNE-20 392-93 y UNE-EN 60598.2.22.

#### 1.1.3. Alumbrado exterior:

La instalación de alumbrado exterior se hará teniendo en cuenta la norma Española UNE-EN 12464-2: Iluminación en los lugares de trabajo. Parte 2: Lugares de trabajo en exteriores.

Se instalarán en total 9 proyectores de 1x83,8 W con un flujo luminoso de 7200 lm, situados en la pared de la fábrica, iluminando la zona de carga y descarga. El diseño de dicha instalación se ha efectuado mediante el programa de cálculo Dialux, descrito en la memoria de este proyecto. Los detalles de los cálculos se detallan en el anexo de alumbrado adjunto a este proyecto.

### 1.2. Líneas de distribución:

#### 1.2.1. Necesidades de suministro:

##### 1.2.1.1. Alumbrado:

Alumbrado	Lámpara	Potencia (W)	Número	Potencia Consumida (KW)
Interior	1 x TL5-20W/840	24	1	0,024
	2 x TL5-35W/840	77	100	7,7
	2 x PL-C/4P26W/840	54	63	3,402
	2 x PL-C/4P26W/840	54	47	2,538
	1 x HPL-N400W	426	210	89,46
Emergencia	1 x TL8W/840	12	167	2,004
Exterior	1 x GRN72-2S/830	83,8	9	0,7542
POTENCIA TOTAL				105,8822



1.2.1.2. Tomas de corriente:

Zona	Tipo	Potencia Consumida (KW)
Almacén	Trifásica	33
Hall	Monofásica	3
Oficina 1	Monofásica	3
Oficina 2	Monofásica	3
Oficina 3	Monofásica	3
Sala de Reuniones	Monofásica	2,5
Aseo Masculino	Monofásica	1
Aseo Femenino	Monofásica	1
Sala de Exposiciones	Monofásica	12
<b>POTENCIA TOTAL</b>		<b>61,5</b>

1.2.1.3. Previsión de carga necesaria:

Teniendo en cuenta que la energía que se pueda demandar en un momento dado no puede ser toda la potencia calculada, se aplicará por tanto un coeficiente de simultaneidad correspondiente al uso estimativo y siempre al alza de la potencia total.

Instalación	Potencia Calculada (KW)	Coeficiente	Potencia Real (KW)
Alumbrado	105,8822	0,9	95,29398
Tomas de corriente	61,5	1	61,5
<b>POTENCIA TOTAL</b>			<b>156,79398</b>

1.2.2. Fórmulas utilizadas:

1.2.2.1. Cálculo de la corriente en cada línea:

Para el cálculo de la corriente utilizamos las siguientes fórmulas:

Sistema trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi \cdot \eta}$$

Siendo:

P= Potencia máxima de transporte (W)

V= Tensión en voltios (V)

I= Intensidad admisible en (A)

Cos  $\phi$  = Factor de potencia

$\eta$  = Rendimiento para el caso de líneas con motores

Sistema monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$$

Siendo:

P= Potencia máxima de transporte (W)

V= Tensión en voltios (V)

I= Intensidad admisible en (A)

Cos  $\phi$  = Factor de potencia

*1.2.2.2. Cálculo de la caída de tensión en cada línea:*

Para el cálculo de la caída de tensión utilizaremos las siguientes fórmulas:

Sistema trifásico:

$$e = \frac{P \cdot L}{K \cdot V \cdot S \cdot \eta}$$

Siendo:

P= Potencia en vatios (W)

V= Tensión en voltios (V)

L= Longitud de la línea en metros (mts)

e= Cálculo de la caída de tensión de la línea

S= Sección de la línea en mm<sup>2</sup>

K= conductividad del Cu (56) o del Al (35)

Sistema monofásico:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot V \cdot S \cdot \eta}$$

Siendo:

P= Potencia en vatios (W)

V= Tensión en voltios (V)

L= Longitud de la línea en metros (mts)

e= Cálculo de la caída de tensión de la línea

S= Sección de la línea en mm<sup>2</sup>

K= conductividad del Cu (56) o del Al (35)

*1.2.2.3. Cálculo de la caída de tensión porcentual en cada línea:*

Para el cálculo de la caída de tensión porcentual utilizaremos las siguientes fórmulas:

Sistema trifásico:

$$e\% = \frac{e \cdot 100}{400}$$

Siendo:

e%= Caída de tensión porcentual  
e= Caída de tensión en voltios (V)

Sistema monofásico:

$$e\% = \frac{e \cdot 100}{230}$$

Siendo:

e%= Caída de tensión porcentual  
e= Caída de tensión en voltios (V)

*1.2.2.4. Cálculo de la conductividad eléctrica:*

Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$K = 1 / \rho$$
$$\rho = \rho_{20} [1 + a (T - 20)]$$
$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) \cdot (I / I_{\max}) \cdot 2]$$

Siendo:

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.  
 $\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.  
 $\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.  
Cu = 0.018  
Al = 0.029

a = Coeficiente de temperatura:  
Cu = 0.00392  
Al = 0.00403

T = Temperatura del conductor (°C).  
T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):  
Cables enterrados = 25°C  
Cables al aire = 40°C

T<sub>máx</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):  
XLPE, EPR = 90°C

$$PVC = 70^{\circ}C$$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{m\acute{a}x}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

#### 1.2.2.5. *Cálculo de las sobrecargas:*

Se utilizan las siguientes desigualdades:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 \cdot I_n$  como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

#### 1.2.2.6. *Cortocircuito:*

Se utilizarán las siguientes fórmulas:

- $I_{pcc_i} = C_t \cdot U / \sqrt{3} \cdot Z_t$

Siendo:

$I_{pcc_i}$ : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

$C_t$ : Coeficiente de tensión.

$U$ : Tensión trifásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

- $I_{pcc_f} = C_t \cdot U_f / 2 \cdot Z_t$

Siendo:

$I_{pcc_f}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

$C_t$ : Coeficiente de tensión.

$U_f$ : Tensión monofásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

- La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo:

$R_t$ :  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$X_t$ :  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n$  (mohm)

$X = X_u \cdot L / n$  (mohm)

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

$C_R$ : Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en  $\text{mm}^2$ .

$X_u$ : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

- $t_{mcicc} = (C_c \cdot S)^2 / I_{pccF}^2$

Siendo:

$t_{mcicc}$ : Tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una  $I_{pcc}$ .

$C_c$ = Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en  $\text{mm}^2$ .

$I_{pccF}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

- $t_{ficc} = \text{cte. fusible} / I_{pccF}^2$

Siendo:

$t_{ficc}$ : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

$I_{pccF}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

- $L_{max} = 0,8 \cdot U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$

Siendo:

$L_{max}$ : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

$U_F$ : Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

$X_0$ : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

$C_t = 0,8$ : Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1,5$ : Es el coeficiente de resistencia.

$I_{F5}$  = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 segundos.

- Curvas válidas (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé Electromagnético):

CURVA B

IMAG = 5  $I_n$

CURVA C

IMAG = 10  $I_n$

CURVA D Y MA

IMAG = 20  $I_n$

#### 1.2.2.7. Embarrado:

##### Cálculo electrodinámico:

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo:

$\sigma_{\max}$ : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm<sup>2</sup>)

$I_{pcc}$ : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

$W_y$ : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm<sup>3</sup>)

$\sigma_{adm}$ : Tensión admisible material (kg/cm<sup>2</sup>)

##### Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito:

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo:

$I_{pcc}$ : Intensidad permanente de c.c. (kA)

$I_{cccs}$ : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c (kA).

S: Sección total de las pletinas (mm<sup>2</sup>)

$t_{cc}$ : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

$K_c$ : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

### **1.3. Acometida:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Directamente Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 20 m; Cos  $\varphi = 0,8$ ;  $X_u$  (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 167382,2 W.

- Potencia de cálculo (según ITC- BT-47 e ITC-BT-44): 61500 (no hay motores, por lo que no mayoramos un 125%) + 1058822 · 1,8 = 252088 W (Coef. de Simultaneidad: 1).

$$I = 252088 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 454,835 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x300/150mm<sup>2</sup>Al

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 485 A, según ITC-BT-07

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 250mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 25 + [(90 - 25) \cdot (454,835/485)^2] = 82,166 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,029 \cdot [1 + 0,00403 \cdot (82,166 - 20)] = 0,0569$$

$$K = 1 / 0,0569 = 17,57$$

$$e(\text{parcial}) = 20 \times 252088 / 17,57 \times 400 \times 300 = 2,39 \text{ V} = 0,598\%$$

$$e(\text{total}) = (2,39 / 400) \cdot 100 = 0,598\%. \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

#### **1.4. Línea General de Alimentación:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra.
- Longitud = 0,3 m; Cos φ = 0,8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 167382,2 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44): 61500 (no hay motores, por lo que no mayoramos un 125%) + 1058822 · 1,8 = 252088 W (Coef. de Simultaneidad: 1).

$$I = 252088 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 454,835 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x300+TTx150mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc = 1) 524 A, según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 250mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (454,835/524)^2] = 77,67 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (77,67 - 20)] = 0,022$$

$$K = 1 / 0,022 = 45,31$$

$$e(\text{parcial}) = 0,3 \times 252088 / 45,31 \times 400 \times 300 = 0,0139 \text{ V} = 0\%$$

$$e(\text{total}) = 0\%. \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

Protección térmica:

Fusibles. In: 500 A

#### **1.5. Derivación Individual:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 0,3 m; Cos φ = 0,8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 167382,2 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44): 61500 (no hay motores, por lo que no mayoramos un 125%) + 1058822 · 1,8 = 252088 W (Coef. de Simultaneidad: 1).

$$I = 252088 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 454,835 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x300+TTx150mm<sup>2</sup>Al

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida -

I.ad. a 25°C (Fc = 1) 485 A, según ITC-BT-07

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 250mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 25 + [(90 - 25) \cdot (454,835/485)^2] = 82,166 \text{ °C}$$

$$r = 0,029 \cdot [1 + 0,00403 \cdot (82,166 - 20)] = 0,0569$$

$$K = 1 / 0,0569 = 17,57$$

$$e(\text{parcial}) = 0,3 \times 252088 / 17,57 \times 400 \times 300 = 0,036 \text{ V} = 0\%$$

$$e(\text{total}) = (0,023 / 400) \cdot 100 = 0\%. \text{ ADMIS (1,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Automático Tetrapolar: In. = 500 A. Térmico regulable. Int. de Regulación: 475 A.

### **1.6. Cálculo Líneas Almacén:**

#### **1.6.1. Cálculo de la línea general de las tomas de corriente del Almacén:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 1 m; Cos φ = 0.8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 33000 W.
- Potencia de cálculo: 33000 W (Coeficiente de Simultaneidad = 1 )

$$I = 33000 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 59,54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.ad. a 40°C (Fc=1) 105 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (59,54 / 105)^2] = 56,08 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (56,08 - 20)] = 0,0205$$

$$K = 1 / 0,0205 = 48,67$$

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 33000 / 48,67 \times 400 \times 16 = 0,106 \text{ V} = 0,026\%$$

$$e(\text{total}) = (0,106 / 400) \cdot 100 = 0,026 \%. \text{ ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Automático Tetrapolar: In. = 100 A. Térmico regulable. Int. De Regulación: 90 A.



#### 1.6.1.1. Cálculo de la línea cuadro T.C.1:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 22 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: 5500 W.

$$I = 5500 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 9,92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (9,92 / 57)^2] = 41,51 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,51 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,23$$

$$e(\text{parcial}) = 22 \times 5500 / 51,23 \times 400 \times 6 = 0,984 \text{ V} = 0,246\%$$

$$e(\text{total}) = 0,272 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

#### 1.6.1.2. Cálculo de la línea cuadro T.C.2:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 52 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: 5500 W.

$$I = 5500 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 9,92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (9,92 / 57)^2] = 41,51 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,51 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,23$$

$$e(\text{parcial}) = 52 \times 5500 / 51,23 \times 400 \times 6 = 2,326 \text{ V} = 0,581\%$$

$$e(\text{total}) = 0,607\%. ADMIS (6,5\% MAX.)$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

#### 1.6.1.3. Cálculo de la línea cuadro T.C.3:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 85 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: 5500 W.

$$I = 5500 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 9,92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (9,92 / 57)^2] = 41,51 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,51 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,23$$

$$e(\text{parcial}) = 85 \times 5500 / 51,23 \times 400 \times 6 = 3,8 \text{ V} = 0,95\%$$

$$e(\text{total}) = 0,976\%. \text{ ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

#### 1.6.1.4. Cálculo de la línea cuadro T.C.4:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 72 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: 5500 W.

$$I = 5500 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 9,92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (9,92 / 57)^2] = 41,51 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,51 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,23$$

$$e(\text{parcial}) = 72 \times 5500 / 51,23 \times 400 \times 6 = 3,22 \text{ V} = 0,805\%$$

$$e(\text{total}) = 0,831\%. \text{ ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

#### 1.6.1.5. Cálculo de la línea cuadro T.C.5:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 102 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: 5500 W.

$$I = 5500 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 9,92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (9,92 / 57)^2] = 41,51 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,51 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,23$$

$$e(\text{parcial}) = 102 \times 5500 / 51,23 \times 400 \times 6 = 4,56 \text{ V} = 1,14\%$$

$$e(\text{total}) = 1,167\%. \text{ ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

#### 1.6.1.6. Cálculo de la línea cuadro T.C.6:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 135 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: 5500 W.

$$I = 5500 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 9,92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (9,92 / 57)^2] = 41,51 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,51 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,23$$

$$e(\text{parcial}) = 135 \times 5500 / 51,23 \times 400 \times 6 = 6,038 \text{ V} = 1,509\%$$

$$e(\text{total}) = 1,535\%. \text{ ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

### 1.6.2. Cálculo de la línea general de alumbrado del Almacén:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 105882,2 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44): 190588 W (Coeficiente de Simultaneidad = 1 )

$$I = 190588 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 343,86 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x150mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.ad. a 40°C (Fc=1) 404 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (343,86 / 404)^2] = 76,22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (76,22 - 20)] = 0,0219$$

$$K = 1 / 0,0219 = 45,52$$

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 190588 / (45,52 \times 400 \times 150) = 0,069 \text{ V} = 0,0174\%$$

$$e(\text{total}) = 0,0174 \text{ \% ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Automático Tetrapolar. In.: 500 A. Térmico regulable. Int. de Regulación: 400 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador Diferencial. Sensibilidad: 30 mA.

#### 1.6.2.1. Cálculo de la línea de alumbrado exterior:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 55 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 754 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44): 754x1,8 = 1357,2 W.

$$I = 1357,2 / (230 \times 1) = 5,9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (5,9 / 18)^2] = 45,37 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (45,37 - 20)] = 0,0198$$

$$K = 1 / 0,0198 = 50,53$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 55 \times 1357,2 / (50,53 \times 230 \times 1.5) = 8,56 \text{ V} = 3,72\%$$

$$e(\text{total}) = 3,737\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### 1.6.2.2. Cálculo de la línea de alumbrado 1:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 33 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 44)^2] = 54,07 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (54,07 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,01$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 33 \times 5367,6 / 54,07 \times 230 \times 6 = 4,747 \text{ V} = 2,06\%$$

$$e(\text{total}) = 2,077\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.3. Cálculo de la línea de alumbrado 2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 40 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 44)^2] = 54,07 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (54,07 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,01$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 5367,6 / 54,07 \times 230 \times 6 = 5,75 \text{ V} = 2,5\%$$

$e(\text{total}) = 2,517\% \text{ ADMIS } (4,5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.4. Cálculo de la línea de alumbrado 3:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 46,5 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 44)^2] = 54,07 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (54,07 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,01$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 46,5 \times 5367,6 / 54,07 \times 230 \times 6 = 6,68 \text{ V} = 2,9\%$$

$$e(\text{total}) = 2,917\% \text{ ADMIS } (4,5\% \text{ MAX.})$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.5. Cálculo de la línea de alumbrado 4:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 53 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 44)^2] = 54,07 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (54,07 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,01$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 53 \times 5367,6 / 54,07 \times 230 \times 6 = 7,62 \text{ V} = 3,315\%$$

$$e(\text{total}) = 3,33\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.6. Cálculo de la línea de alumbrado 5:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 60 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 6 + \text{TT} \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 44)^2] = 54,07^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (54,07 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,01$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 60 \times 5367,6 / 54,07 \times 230 \times 6 = 8,63 \text{ V} = 3,75\%$$

$$e(\text{total}) = 3,767\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.7. Cálculo de la línea de alumbrado 6:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 67 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 6 + \text{TT} \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 44)^2] = 54,07 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (54,07 - 20)] = 0,02$   
 $K = 1 / 0,02 = 49,01$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 67 \times 5367,6 / 54,07 \times 230 \times 6 = 9,64 \text{ V} = 4,19\%$   
 $e(\text{total}) = 4,207\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.8. Cálculo de la línea de alumbrado 7:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 74 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$   
 $K = 1 / 0,0199 = 50,14$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 74 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 6,89 \text{ V} = 2,99\%$   
 $e(\text{total}) = 3\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.9. Cálculo de la línea de alumbrado 8:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 81 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$

$K = 1 / 0,0199 = 50,14$

$e(\text{parcial}) = 2 \times 81 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 7,54 \text{ V} = 3,28\%$

$e(\text{total}) = 3,297\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.10. Cálculo de la línea de alumbrado 9:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 88 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 60 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$

$K = 1 / 0,0199 = 50,14$

$e(\text{parcial}) = 2 \times 88 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 8,19 \text{ V} = 3,56\%$

$e(\text{total}) = 3,577\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.11. Cálculo de la línea de alumbrado 10:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 95 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$$

$$K = 1 / 0,0199 = 50,14$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 95 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 8,84 \text{ V} = 3,84\%$$

$$e(\text{total}) = 3,857\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.12. Cálculo de la línea de alumbrado 11:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 102 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$$

$$K = 1 / 0,0199 = 50,14$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 102 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 9,49 \text{ V} = 4,13\%$$

$$e(\text{total}) = 4,147\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.13. Cálculo de la línea de alumbrado 12:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 109 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6/230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$$

$$K = 1 / 0,0199 = 50,14$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 109 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 10,15 \text{ V} = 4,41\%$$

$$e(\text{total}) = 4,427\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.14. Cálculo de la línea de alumbrado 13:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 116 m; Cos  $\varphi$  = 1; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44): 2982x1,8 = 5367,6 W.

$$I = 5367,6/230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 116 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 6,75 \text{ V} = 2,93\%$$

$$e(\text{total}) = 2,947\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.15. Cálculo de la línea de alumbrado 14:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 123 m; Cos  $\varphi$  = 1; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 2982 W.

- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 123 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 16 = 7,15 \text{ V} = 3,11\%$$

$$e(\text{total}) = 3,127\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.16. Cálculo de la línea de alumbrado 15:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 130 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u (\text{m}\Omega/\text{m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 130 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 16 = 7,56 \text{ V} = 3,29\%$$

$$e(\text{total}) = 3,307\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.17. Cálculo de la línea de alumbrado 16:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra

- Longitud = 83 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$$

$$K = 1 / 0,0199 = 50,14$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 83 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 7,73 \text{ V} = 3,6\%$$

$$e(\text{total}) = 3,617\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.18. Cálculo de la línea de alumbrado 17:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 90 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$$

$$K = 1 / 0,0199 = 50,14$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 90 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 8,38 \text{ V} = 3,77\%$$

$$e(\text{total}) = 3,787\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.19. Cálculo de la línea de alumbrado 18:

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 97 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$$

$$K = 1 / 0,0199 = 50,14$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 97 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 9,029 \text{ V} = 3,92\%$$

$$e(\text{total}) = 3,937\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.20. Cálculo de la línea de alumbrado 19:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 104 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 60)^2] = 47,56 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (47,56 - 20)] = 0,0199$$

$$K = 1 / 0,0199 = 50,14$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 104 \times 5367,6 / 50,14 \times 230 \times 10 = 9,68 \text{ V} = 4,2\%$$

$$e(\text{total}) = 4,2174\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

1.6.2.21. Cálculo de la línea de alumbrado 20:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 111 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 111 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 6,46 \text{ V} = 2,8\%$$

$$e(\text{total}) = 2,8174\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

1.6.2.22. Cálculo de la línea de alumbrado 21:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 118 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 118 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 6,86 \text{ V} = 2,98\%$$

$$e(\text{total}) = 2,997\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.23. Cálculo de la línea de alumbrado 22:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 125 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 125 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 7,27 \text{ V} = 3,16\%$$

$$e(\text{total}) = 3,177\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.24. Cálculo de la línea de alumbrado 23:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 132 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 132 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 7,68 \text{ V} = 3,34\%$$

$$e(\text{total}) = 3,357\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.



1.6.2.25. Cálculo de la línea de alumbrado 24:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 139 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 139 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 7,99 \text{ V} = 3,47\%$$

$$e(\text{total}) = 3,487\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

1.6.2.26. Cálculo de la línea de alumbrado 25:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 146 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 146 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 8,39 \text{ V} = 3,65\%$$

$$e(\text{total}) = 3,667\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

1.6.2.27. Cálculo de la línea de alumbrado 26:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 153 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 153 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 8,79 \text{ V} = 3,82\%$$

$$e(\text{total}) = 3,837\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

1.6.2.28. Cálculo de la línea de alumbrado 27:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 160 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 160 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 9,2 \text{ V} = 4\%$$

$$e(\text{total}) = 4,017\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

1.6.2.29. Cálculo de la línea de alumbrado 28:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 167 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 80 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 80)^2] = 44,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,25 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,73$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 167 \times 5367,6 / 50,73 \times 230 \times 16 = 9,6 \text{ V} = 4,17\%$$

$$e(\text{total}) = 4,187\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

1.6.2.30. Cálculo de la línea de alumbrado 29:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 174 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 106 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 106)^2] = 42,42 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (42,42 - 20)] = 0,0196$$

$$K = 1 / 0,0196 = 51,07$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 174 \times 5367,6 / 51,07 \times 230 \times 25 = 6,36 \text{ V} = 2,76\%$$

$$e(\text{total}) = 2,777\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.2.31. Cálculo de la línea de alumbrado 30:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 181 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 2982 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $2982 \times 1,8 = 5367,6 \text{ W}$ .

$$I = 5367,6 / 230 \times 1 = 23,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 106 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (23,34 / 106)^2] = 42,42 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (42,42 - 20)] = 0,0196$$

$$K = 1 / 0,0196 = 51,07$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 181 \times 5367,6 / 51,07 \times 230 \times 25 = 6,62 \text{ V} = 2,87\%$$

$$e(\text{total}) = 2,887\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

#### 1.6.3. Cálculo de la línea general de alumbrado de emergencia del Almacén:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1176 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $1176 \times 1,8 = 2116,8 \text{ W}$  (Coeficiente de Simultaneidad = 1).

$$I = 2116,8 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 3,819 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 45 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,819 / 45)^2] = 40,36 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,36 - 20)] = 0,01944$$

$$K = 1 / 0,01944 = 51,45$$

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 2116,8 / 51,46 \times 400 \times 4 = 0,0257 \text{ V} = 0\%$$

$$e(\text{total}) = 0\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar. In: 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar. In: 25 A. Sensibilidad: 30 mA.

#### 1.6.3.1. Cálculo de la línea de emergencia 1:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 64,25 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 132 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $132 \times 1,8 = 237,6 \text{ W}$ .

$$I = 237,6 / 230 \times 1 = 1,033 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (1,033 / 18)^2] = 40,16 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,16 - 20)] = 0,01942$$

$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 64,25 \times 237,6 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 1,719 \text{ V} = 0,747\%$$

$$e(\text{total}) = 0,747\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.6.3.2. Cálculo de la línea de emergencia 2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 70,10 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $108 \times 1,8 = 194,4 \text{ W}$ .

$$I = 194,4 / 230 \times 1 = 0,845 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,845 / 18)^2] = 40,11 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,11 - 20)] = 0,01942$$

$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 70,10 \times 194,4 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 1,534 \text{ V} = 0,667\%$$

$$e(\text{total}) = 0,667\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.6.3.3. Cálculo de la línea de emergencia 3:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 92,27 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $108 \times 1,8 = 194,4 \text{ W}$ .

$$I = 194,4 / 230 \times 1 = 0,845 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,845 / 18)^2] = 40,11 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,11 - 20)] = 0,01942$$

$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 92,27 \times 194,4 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 2,02 \text{ V} = 0,878\%$$

$$e(\text{total}) = 0,878\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.6.3.4. Cálculo de la línea de emergencia 4:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 96,36 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $108 \times 1,8 = 194,4 \text{ W}$ .

$$I = 194,4 / 230 \times 1 = 0,845 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,845 / 18)^2] = 40,11 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,11 - 20)] = 0,01942$$

$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 96,36 \times 194,4 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 2,1 \text{ V} = 0,917\%$$

$$e(\text{total}) = 0,917\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

*1.6.3.5. Cálculo de la línea de emergencia 5:*

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 106,24 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $108 \times 1,8 = 194,4 \text{ W}$ .

$$I = 194,4 / 230 \times 1 = 0,845 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,845 / 18)^2] = 40,11 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,11 - 20)] = 0,01942$$

$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 106,24 \times 194,4 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 2,326 \text{ V} = 1,011\%$$

$$e(\text{total}) = 1,011\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

*1.6.3.6. Cálculo de la línea de emergencia 6:*

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 120 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $108 \times 1,8 = 194,4 \text{ W}$ .

$$I = 194,4 / 230 \times 1 = 0,845 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,845 / 18)^2] = 40,11 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,11 - 20)] = 0,01942$$

$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 120 \times 194,4 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 2,627 \text{ V} = 1,142\%$$

$e(\text{total}) = 1,142\% \text{ ADMIS } (4,5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.6.3.7. Cálculo de la línea de emergencia 7:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 127 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $108 \times 1,8 = 194,4 \text{ W}$ .

$$I = 194,4 / 230 \times 1 = 0,845 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,845 / 18)^2] = 40,11 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,11 - 20)] = 0,01942$$

$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 127 \times 194,4 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 2,78 \text{ V} = 1,208\%$$

$$e(\text{total}) = 1,208\% \text{ ADMIS } (4,5\% \text{ MAX.})$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.6.3.8. Cálculo de la línea de emergencia 8:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 137,28 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $108 \times 1,8 = 194,4 \text{ W}$ .

$$I = 194,4 / 230 \times 1 = 0,845 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,845 / 18)^2] = 40,11 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,11 - 20)] = 0,01942$$



$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 137,28 \times 194,4 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 3 \text{ V} = 1,3\%$$

$$e(\text{total}) = 1,3\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.6.3.9. Cálculo de la línea de emergencia 9:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 150,18 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $96 \times 1,8 = 172,8 \text{ W}$ .

$I = 172,8 / 230 \times 1 = 0,751 \text{ A}$ .  
Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (0,751 / 18)^2] = 40,087^\circ\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,087 - 20)] = 0,01941$   
 $K = 1 / 0,01941 = 51,51$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 150,18 \times 172,8 / 51,51 \times 230 \times 1,5 = 2,92 \text{ V} = 1,27\%$   
 $e(\text{total}) = 1,27\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.6.3.10. Cálculo de la línea de emergencia 10:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 144,65 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $96 \times 1,8 = 172,8 \text{ W}$ .

$I = 172,8 / 230 \times 1 = 0,751 \text{ A}$ .  
Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,751 / 18)^2] = 40,087 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,087 - 20)] = 0,01941$   
 $K = 1 / 0,01941 = 51,51$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 144,65 \times 172,8 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 2,815 \text{ V} = 1,224\%$   
 $e(\text{total}) = 1,224\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.6.3.11. Cálculo de la línea de emergencia 11:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 156,8 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $96 \times 1,8 = 172,8 \text{ W}$ .

$I = 172,8 / 230 \times 1 = 0,751 \text{ A}$ .  
 Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
 I.ad. a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.  
 Caída de tensión:  
 $\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,751 / 18)^2] = 40,087 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,087 - 20)] = 0,01941$   
 $K = 1 / 0,01941 = 51,51$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 164,8 \times 172,8 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 3,207 \text{ V} = 1,394\%$   
 $e(\text{total}) = 1,394\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

### **1.7. Cálculo líneas Zona de Oficinas:**

#### **1.7.1. Cálculo de la línea de alimentación al subcuadro de la Zona de Oficinas:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 107 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 28315 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44): 16500 (no hay motores, por lo que no mayoramos un 125%) +  $11815 \cdot 1,8 = 37767 \text{ W}$  (Coef. de Simultaneidad: 1).

$I = 37767 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 68,14 \text{ A}$ .  
 Se eligen conductores Tetrapolares  $4 \times 35 + \text{TT} \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 154 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (68,14 / 154)^2] = 49,78 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (49,78 - 20)] = 0,0201$

$K = 1 / 0,01941 = 49,74$

$e(\text{parcial}) = 107 \times 37767 / 49,74 \times 400 \times 35 = 5,8 \text{ V} = 1,45\%$

$e(\text{total}) = 1,45\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea:

I. Automático Tetrapolar. In: 100 A. Térmico regulable. Int. de Regulación: 100 A.

Protección Térmica en Final de Línea:

I. Automático Tetrapolar. In: 100 A. Térmico regulable. Int. de Regulación: 100 A.

Protección diferencial en Principio de Línea:

Relé y Transformador Diferencial. Sensibilidad: 30 mA.

#### 1.7.1.1. Cálculo de la línea general de alumbrado de la Zona de Oficinas:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 11179 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44): 20122,2 W (Coeficiente de Simultaneidad = 1 )

$I = 20122,2 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 36,3 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.ad. a 40°C (Fc=1) 123 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (36,3 / 123)^2] = 44,356 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (44,356 - 20)] = 0,01972$

$K = 1 / 0,01972 = 50,71$

$e(\text{parcial}) = 1 \times 20122,2 / 50,71 \times 400 \times 25 = 0,039 \text{ V} = 0\%$

$e(\text{total}) = 1,45 \%. \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar. In: 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar. In: 63 A. Sensibilidad: 30 mA.

#### 1.7.1.1.1. Cálculo línea alumbrado Hall:

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 34 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1266 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  $1266 \times 1.8 = 2278,8 \text{ W}$ .

$$I = 2278,8 / 230 \times 1 = 9,908 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (9,908 / 38)^2] = 43,39 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (43,39 - 20)] = 0,01965$$

$$K = 1 / 0,01965 = 50,88$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 34 \times 2278,8 / 50,88 \times 230 \times 4 = 3,31 \text{ V} = 1,44\%$$

$$e(\text{total}) = 2,89\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.7.1.1.2. Cálculo línea alumbrado Pasillo:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 55 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1296 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  $1296 \times 1.8 = 2332,8 \text{ W}$ .

$$I = 2332,8 / 230 \times 1 = 10,142 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (10,142 / 38)^2] = 43,56 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (43,56 - 20)] = 0,01966$$

$$K = 1 / 0,01966 = 50,86$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 55 \times 2332,8 / 50,86 \times 230 \times 4 = 5,484 \text{ V} = 2,384\%$$

$$e(\text{total}) = 3,83\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.7.1.1.3. Cálculo línea alumbrado Oficina 1:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 38 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1225 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  $1225 \times 1.8 = 2205 \text{ W}$ .

$$I = 2205 / 230 \times 1 = 9,587 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (9,587 / 38)^2] = 43,18^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (43,18 - 20)] = 0,01963$$

$$K = 1 / 0,01963 = 50,93$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 38 \times 2205 / 50,93 \times 230 \times 4 = 3,576 \text{ V} = 1,55\%$$

$$e(\text{total}) = 3,005\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.7.1.1.4. Cálculo línea alumbrado Oficina 2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 49 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1470 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  $1470 \times 1.8 = 2646 \text{ W}$ .

$$I = 2646 / 230 \times 1 = 11,5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (11,5 / 38)^2] = 44,58^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (44,58 - 20)] = 0,01973$$

$$K = 1 / 0,01973 = 50,67$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 49 \times 2646 / 50,67 \times 230 \times 4 = 5,56 \text{ V} = 2,42\%$$

$$e(\text{total}) = 3,87\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

1.7.1.1.5. Cálculo línea alumbrado Oficina 3:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 59 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1470 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  $1470 \times 1.8 = 2646 \text{ W}$ .

$$I = 2646 / 230 \times 1 = 11,5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (11,5 / 38)^2] = 44,58 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (44,58 - 20)] = 0,01973$$

$$K = 1 / 0,01973 = 50,67$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 59 \times 2646 / 50,67 \times 230 \times 4 = 6,7 \text{ V} = 2,91\%$$

$$e(\text{total}) = 4,36\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

1.7.1.1.6. Cálculo línea alumbrado Sala de Reuniones:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 67 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1050 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  $1050 \times 1.8 = 1890 \text{ W}$ .

$$I = 1890 / 230 \times 1 = 8,2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (8,2 / 38)^2] = 42,34 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (42,34 - 20)] = 0,01957$$

$$K = 1 / 0,01957 = 51,08$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 67 \times 1890 / 51,08 \times 230 \times 4 = 5,38 \text{ V} = 2,34\%$$

$$e(\text{total}) = 3,80\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.7.1.1.7. Cálculo línea alumbrado Aseo Masculino:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 76 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1674 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  $1674 \times 1.8 = 3013,2 \text{ W}$ .

$$I = 3013,2 / 230 \times 1 = 13,1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (13,1 / 49)^2] = 43,57 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (43,57 - 20)] = 0,01966$$

$$K = 1 / 0,01966 = 50,86$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 76 \times 3013,2 / 50,86 \times 230 \times 6 = 6,52 \text{ V} = 2,84\%$$

$$e(\text{total}) = 4,28\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.7.1.1.8. Cálculo línea alumbrado Aseo Femenino:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 82 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1728 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  $1728 \times 1.8 = 3110,4 \text{ W}$ .

$$I = 3110,4 / 230 \times 1 = 13,52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 25mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (13,52 / 68)^2] = 41,98 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (41,98 - 20)] = 0,01955$$

$$K = 1 / 0,01955 = 51,15$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 82 \times 3110,4 / 51,15 \times 230 \times 10 = 4,34 \text{ V} = 1,885\%$$

$$e(\text{total}) = 3,335\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar In: 16 A.

1.7.1.2. *Cálculo de la línea general de alumbrado de emergencia de la Zona de Oficinas:*

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 636 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $636 \times 1,8 = 1144,8 \text{ W}$  (Coeficiente de Simultaneidad = 1).

$$I = 1144,8 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 2,065 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 45 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (2,065 / 45)^2] = 40,1^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,1 - 20)] = 0,01942$$

$$K = 1 / 0,01942 = 51,49$$

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 1144,8 / 51,49 \times 400 \times 4 = 0,014 \text{ V} = 0\%$$

$$e(\text{total}) = 1,45\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar. In: 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar. In: 25 A. Sensibilidad: 30 mA.

1.7.1.2.1. *Cálculo línea emergencia Hall:*

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 34 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 96 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $96 \times 1,8 = 172,8 \text{ W}$ .

$$I = 172,8 / 230 \times 1 = 0,75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,75 / 18)^2] = 40,09^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,09 - 20)] = 0,01942$$



$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 34 \times 172,8 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 0,66 \text{ V} = 0,287\%$$

$$e(\text{total}) = 1,737\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.7.1.2.2. Cálculo línea emergencia Pasillo:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 55 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $108 \times 1,8 = 194,4 \text{ W}$ .

$$I = 194,4 / 230 \times 1 = 0,845 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,845 / 18)^2] = 40,11 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,11 - 20)] = 0,01942$$

$$K = 1 / 0,01942 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 55 \times 194,4 / 51,48 \times 230 \times 1,5 = 1,203 \text{ V} = 0,523\%$$

$$e(\text{total}) = 1,973\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.7.1.2.3. Cálculo línea emergencia Oficina 1:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 38 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 84 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $84 \times 1,8 = 151,2 \text{ W}$ .

$$I = 151,2 / 230 \times 1 = 0,657 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,657 / 18)^2] = 40,07 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,07 - 20)] = 0,01941$   
 $K = 1 / 0,01941 = 51,5$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 38 \times 151,2 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,647 \text{ V} = 0,281\%$   
 $e(\text{total}) = 1,731\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.7.1.2.4. Cálculo línea emergencia Oficina 2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 49 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 84 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $84 \times 1,8 = 151,2 \text{ W}$ .

$I = 151,2 / 230 \times 1 = 0,657 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
 I.ad. a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,657 / 18)^2] = 40,07 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,07 - 20)] = 0,01941$   
 $K = 1 / 0,01941 = 51,5$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 49 \times 151,2 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,834 \text{ V} = 0,36\%$   
 $e(\text{total}) = 1,81\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.7.1.2.5. Cálculo línea emergencia Oficina 3:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 59 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 84 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $84 \times 1,8 = 151,2 \text{ W}$ .

$I = 151,2 / 230 \times 1 = 0,657 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
 I.ad. a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,657 / 18)^2] = 40,07 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,07 - 20)] = 0,01941$$

$$K = 1 / 0,01941 = 51,5$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 59 \times 151,2 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 1,004 \text{ V} = 0,436\%$$

$$e(\text{total}) = 1,886\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.7.1.2.6. Cálculo línea emergencia Sala de Reuniones:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 67 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 84 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $84 \times 1,8 = 151,2 \text{ W}$ .

$$I = 151,2 / 230 \times 1 = 0,657 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,657 / 18)^2] = 40,07 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,07 - 20)] = 0,01941$$

$$K = 1 / 0,01941 = 51,5$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 67 \times 151,2 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 1,14 \text{ V} = 0,496\%$$

$$e(\text{total}) = 1,946\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.7.1.2.7. Cálculo línea emergencia Aseo Masculino:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 76 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 48 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $48 \times 1,8 = 86,4 \text{ W}$ .

$$I = 86,4 / 230 \times 1 = 0,376 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (0,376 / 18)^2] = 40,02 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (40,02 - 20)] = 0,01941$

$K = 1 / 0,01941 = 51,5$

$e(\text{parcial}) = 2 \times 76 \times 86,4 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,74 \text{ V} = 0,32\%$

$e(\text{total}) = 1,77\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.7.1.2.8. Cálculo línea emergencia Aseo Femenino:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 82 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 48 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $48 \times 1,8 = 86,4 \text{ W}$ .

$I = 86,4 / 230 \times 1 = 0,376 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (0,376 / 18)^2] = 40,02 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (40,02 - 20)] = 0,01941$

$K = 1 / 0,01941 = 51,5$

$e(\text{parcial}) = 2 \times 82 \times 86,4 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,797 \text{ V} = 0,346\%$

$e(\text{total}) = 1,796\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.7.1.3. Cálculo de la línea general de las Tomas de Corriente de la Zona de Oficinas:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 16500 W.
- Potencia de cálculo: 16500 W.(Coeficiente de Simultaneidad: 1 )

$I = 16500 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 29,77 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 123 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (29,77 / 123)^2] = 42,93 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (42,93 - 20)] = 0,0196$

$K = 1 / 0,0196 = 50,97$

$e(\text{parcial}) = 1 \times 16500 / 50,97 \times 400 \times 25 = 0,032 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 1,45\% \text{ ADMIS (6,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar. In: 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar. In: 63 A. Sensibilidad: 30 mA.

#### 1.7.1.3.1. Cálculo línea T.C. Hall:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 34 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$I = 3000 / 230 \times 0.8 = 16,3 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (16,3 / 38)^2] = 49,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (49,2 - 20)] = 0,02$

$K = 1 / 0,02 = 49,85$

$e(\text{parcial}) = 2 \times 34 \times 3000 / 49,85 \times 230 \times 4 = 4,45 \text{ V} = 1,934 \%$

$e(\text{total}) = 3,384\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 25 A.

#### 1.7.1.3.2. Cálculo línea T.C. Oficina 1:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 38 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I = 3000/230 \times 0.8 = 16,3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (16,3 / 38)^2] = 49,2 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (49,2 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,85$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 38 \times 3000 / 49,85 \times 230 \times 4 = 4,97 \text{ V} = 2,16 \%$$

$$e(\text{total}) = 3,61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 25 A.

#### 1.7.1.3.3. Cálculo línea T.C. Oficina 2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 49 m; Cos φ = 0.8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I = 3000/230 \times 0.8 = 16,3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (16,3 / 38)^2] = 49,2 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (49,2 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,85$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 49 \times 3000 / 49,85 \times 230 \times 4 = 6,41 \text{ V} = 2,787 \%$$

$$e(\text{total}) = 4,237\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 25 A.

#### 1.7.1.3.4. Cálculo línea T.C. Oficina 3:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 59 m; Cos φ = 0.8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I = 3000/230 \times 0.8 = 16,3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (16,3 / 38)^2] = 49,2 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (49,2 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,85$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 59 \times 3000 / 49,85 \times 230 \times 4 = 7,72 \text{ V} = 3,356 \%$$

$$e(\text{total}) = 4,806\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 25 A.

#### 1.7.1.3.5. Cálculo línea T.C. Sala de Reuniones:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 67 m; Cos φ = 0.8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I = 2500/230 \times 0.8 = 13,58 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (13,58 / 38)^2] = 46,39 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (46,39 - 20)] = 0,01986$$

$$K = 1 / 0,01986 = 50,35$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 67 \times 2500 / 50,35 \times 230 \times 4 = 7,23 \text{ V} = 3,144 \%$$

$$e(\text{total}) = 4,59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 25 A.

#### 1.7.1.3.6. Cálculo línea T.C. Aseo Masculino:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra

- Longitud = 76 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000/230 \times 0.8 = 5,435 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (5,435 / 38)^2] = 41,02 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (41,02 - 20)] = 0,01948$$

$$K = 1 / 0,01948 = 51,32$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 76 \times 1000 / 51,32 \times 230 \times 4 = 3,22 \text{ V} = 1,4 \%$$

$$e(\text{total}) = 2,86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 25 A.

#### 1.7.1.3.7. Cálculo línea T.C. Aseo Femenino:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 82 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000/230 \times 0.8 = 5,435 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 20mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (5,435 / 38)^2] = 41,02 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (41,02 - 20)] = 0,01948$$

$$K = 1 / 0,01948 = 51,32$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 82 \times 1000 / 51,32 \times 230 \times 4 = 3,47 \text{ V} = 1,51 \%$$

$$e(\text{total}) = 2,97\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 25 A.



## **1.8. Cálculo líneas Sala de Exposiciones:**

### **1.8.1. Cálculo de la línea de alimentación al subcuadro de la Sala de Exposiciones:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 120 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44): 12000 (no hay motores, por lo que no mayoramos un 125%) +  $8000 \cdot 1,8 = 26400 \text{ W}$  (Coef. de Simultaneidad: 1).

$$I = 26400 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 47,63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 123 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (47,63 / 123)^2] = 47,49 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (47,49 - 20)] = 0,01994$$

$$K = 1 / 0,01994 = 50,15$$

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 26400 / 50,15 \times 400 \times 25 = 6,32 \text{ V} = 1,58\%$$

$$e(\text{total}) = 1,58\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea:

I. Automático Tetrapolar. In: 100 A. Térmico regulable. Int. de Regulación: 100 A.

Protección Térmica en Final de Línea:

I. Automático Tetrapolar. In: 100 A. Térmico regulable. Int. de Regulación: 100 A.

Protección diferencial en Principio de Línea:

Relé y Transformador Diferencial. Sensibilidad: 30 mA.

#### **1.8.1.1. Cálculo de la línea general de alumbrado de la Sala de Exposiciones:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 7700 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44): 13860 W (Coeficiente de Simultaneidad = 1)

$$I = 13860 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.ad. a 40°C (Fc=1) 123 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (25 / 123)^2] = 42,067 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (42,067 - 20)] = 0,01956$$

$$K = 1 / 0,01956 = 51,13$$

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 13860 / 51,13 \times 400 \times 25 = 0,0271 \text{ V} = 0\%$$

$$e(\text{total}) = 1,58 \%. \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar. In: 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar. In: 63 A. Sensibilidad: 30 mA.

#### 1.8.1.1.1. Cálculo de la línea de alumbrado 1:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 30,5 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30,5 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 2,39 \text{ V} = 1,039\%$$

$$e(\text{total}) = 2,619\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.2. Cálculo de la línea de alumbrado 2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 28 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$

$K = 1 / 0,0195 = 51,25$

$e(\text{parcial}) = 2 \times 28 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 2,195 \text{ V} = 0,954\%$

$e(\text{total}) = 2,534\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.3. Cálculo de la línea de alumbrado 3:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 26 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$

$K = 1 / 0,0195 = 51,25$

$e(\text{parcial}) = 2 \times 26 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 2,038 \text{ V} = 0,886\%$

$e(\text{total}) = 2,466\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.4. Cálculo de la línea de alumbrado 4:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 26,6 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$   
 $K = 1 / 0,0195 = 51,25$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 26,6 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 2,08 \text{ V} = 0,9\%$   
 $e(\text{total}) = 2,48\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.5. Cálculo de la línea de alumbrado 5:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 28,5 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + TT \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$   
 $K = 1 / 0,0195 = 51,25$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 28,5 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 2,23 \text{ V} = 0,97\%$   
 $e(\text{total}) = 2,55\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.6. Cálculo de la línea de alumbrado 6:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 31 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 31 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 2,43 \text{ V} = 1,056\%$$

$$e(\text{total}) = 2,636\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.7. Cálculo de la línea de alumbrado 7:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 33 m; Cos  $\varphi$  = 1; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44): 385x1,8 = 693 W.

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 33 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 2,586 \text{ V} = 1,124\%$$

$$e(\text{total}) = 2,704\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.8. Cálculo de la línea de alumbrado 8:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 35 m; Cos  $\varphi$  = 1; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 385 W.

- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + TT \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 2,743 \text{ V} = 1,193\%$$

$$e(\text{total}) = 2,773\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.9. Cálculo de la línea de alumbrado 9:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 37 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u (\text{m}\Omega/\text{m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + TT \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 37 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 2,9 \text{ V} = 1,26\%$$

$$e(\text{total}) = 2,84\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.10. Cálculo de la línea de alumbrado 10:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra

- Longitud = 39 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 39 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 3,06 \text{ V} = 1,33\%$$

$$e(\text{total}) = 2,91\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.11. Cálculo de la línea de alumbrado 11:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 71 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 71 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 5,56 \text{ V} = 2,42\%$$

$$e(\text{total}) = 4\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.12. Cálculo de la línea de alumbrado 12:

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 73 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 73 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 5,72 \text{ V} = 2,48\%$$

$$e(\text{total}) = 4,06\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.13. Cálculo de la línea de alumbrado 13:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 75 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 75 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 5,88 \text{ V} = 2,55\%$$

$$e(\text{total}) = 4,13\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.



#### 1.8.1.1.14. Cálculo de la línea de alumbrado 14:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 77 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 77 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 6,04 \text{ V} = 2,62\%$$

$$e(\text{total}) = 4,2\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.1.15. Cálculo de la línea de alumbrado 15:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 79 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 79 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 6,19 \text{ V} = 2,69\%$$

$$e(\text{total}) = 4,27\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

1.8.1.1.16. Cálculo de la línea de alumbrado 16:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 81 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + TT \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 81 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 6,35 \text{ V} = 2,76\%$$

$$e(\text{total}) = 4,34\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

1.8.1.1.17. Cálculo de la línea de alumbrado 17:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 83 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + TT \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 83 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 6,5 \text{ V} = 2,83\%$$

$$e(\text{total}) = 4,41\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

1.8.1.1.18. Cálculo de la línea de alumbrado 18:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 85 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + TT \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 18)^2] = 41,4^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,4 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,25$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 85 \times 693 / 51,25 \times 230 \times 1,5 = 6,66 \text{ V} = 2,89\%$$

$$e(\text{total}) = 4,47\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

1.8.1.1.19. Cálculo de la línea de alumbrado 19:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 87 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693/230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2,5 + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 25 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 25)^2] = 40,72^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,72 - 20)] = 0,01946$$

$$K = 1 / 0,01946 = 51,38$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 87 \times 693 / 51,38 \times 230 \times 2,5 = 4,08 \text{ V} = 1,774\%$$

$$e(\text{total}) = 3,35\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

1.8.1.1.20. Cálculo de la línea de alumbrado 20:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 89 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 385 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $385 \times 1,8 = 693 \text{ W}$ .

$$I = 693 / 230 \times 1 = 3,013 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2,5 + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 25 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (3,013 / 25)^2] = 40,72 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,72 - 20)] = 0,01946$$

$$K = 1 / 0,01946 = 51,38$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 89 \times 693 / 51,38 \times 230 \times 2,5 = 4,175 \text{ V} = 1,815\%$$

$$e(\text{total}) = 3,395\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

1.8.1.2. Cálculo de la línea general de alumbrado de emergencia de la Sala de Exposiciones:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip. o Mult. Bandeja Perforada
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $300 \times 1,8 = 540 \text{ W}$  (Coeficiente de Simultaneidad = 1).

$$I = 540 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 0,974 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 45 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,974 / 45)^2] = 40,023 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,023 - 20)] = 0,01941$$

$$K = 1 / 0,01941 = 51,51$$

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 540 / 51,51 \times 400 \times 4 = 0,0065 \text{ V} = 0\%$$

$$e(\text{total}) = 1,58\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar. In: 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar. In: 25 A. Sensibilidad: 30 mA.

#### 1.8.1.2.1. Cálculo de la línea de emergencia 1:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 28 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 36 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $36 \times 1,8 = 64,8 \text{ W}$ .

$$I = 64,8 / 230 \times 1 = 0,28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,28 / 18)^2] = 40,012 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,012 - 20)] = 0,01941$$

$$K = 1 / 0,01941 = 51,5$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 28 \times 64,8 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,204 \text{ V} = 0,088\%$$

$$e(\text{total}) = 1,668\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.2.2. Cálculo de la línea de emergencia 2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 41 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 48 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $48 \times 1,8 = 86,4 \text{ W}$ .

$$I = 86,4 / 230 \times 1 = 0,375 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1,5+TTx1,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,37 / 18)^2] = 40,02 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,02 - 20)] = 0,01941$$

$$K = 1 / 0,01941 = 51,5$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 41 \times 86,4 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,398 \text{ V} = 0,173\%$$

$e(\text{total}) = 1,753\% \text{ ADMIS } (4,5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.2.3. Cálculo de la línea de emergencia 3:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 47 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 48 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $48 \times 1,8 = 86,4 \text{ W}$ .

$I = 86,4 / 230 \times 1 = 0,375 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (0,37 / 18)^2] = 40,02^\circ\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,02 - 20)] = 0,01941$

$K = 1 / 0,01941 = 51,5$

$e(\text{parcial}) = 2 \times 47 \times 86,4 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,457 \text{ V} = 0,198\%$

$e(\text{total}) = 1,778\% \text{ ADMIS } (4,5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.2.4. Cálculo de la línea de emergencia 4:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 51 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 36 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $36 \times 1,8 = 64,8 \text{ W}$ .

$I = 64,8 / 230 \times 1 = 0,28 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (0,28 / 18)^2] = 40,012^\circ\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,012 - 20)] = 0,01941$

$K = 1 / 0,01941 = 51,5$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 51 \times 64,8 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,372 \text{ V} = 0,162\%$   
 $e(\text{total}) = 1,742\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.2.5. Cálculo de la línea de emergencia 5:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 65 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 48 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $48 \times 1,8 = 86,4 \text{ W}$ .

$I = 86,4 / 230 \times 1 = 0,375 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $40 + [(90 - 40) \cdot (0,37 / 18)^2] = 40,02^\circ\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,02 - 20)] = 0,01941$

$K = 1 / 0,01941 = 51,5$

$e(\text{parcial}) = 2 \times 65 \times 86,4 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,632 \text{ V} = 0,275\%$

$e(\text{total}) = 1,85\% \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.2.6. Cálculo de la línea de emergencia 6:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 74 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 48 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $48 \times 1,8 = 86,4 \text{ W}$ .

$I = 86,4 / 230 \times 1 = 0,375 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,37 / 18)^2] = 40,02 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,02 - 20)] = 0,01941$   
 $K = 1 / 0,01941 = 51,5$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 74 \times 86,4 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,72 \text{ V} = 0,313\%$   
 $e(\text{total}) = 1,89\% \text{ ADMIS } (4,5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.2.7. Cálculo de la línea de emergencia 7:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 80 m;  $\cos \varphi = 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 36 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $36 \times 1,8 = 64,8 \text{ W}$ .

$I = 64,8 / 230 \times 1 = 0,28 \text{ A}$ .  
 Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1,5 + \text{TT} \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -  
 I.ad. a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 18 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:  
 $\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,28 / 18)^2] = 40,012 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,012 - 20)] = 0,01941$   
 $K = 1 / 0,01941 = 51,5$   
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 80 \times 64,8 / 51,5 \times 230 \times 1,5 = 0,58 \text{ V} = 0,254\%$   
 $e(\text{total}) = 1,83\% \text{ ADMIS } (4,5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### 1.8.1.3. Cálculo de la línea general de las Tomas de Corriente de la Sala de Exposiciones:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}) = 0$ ;
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: 12000 W.(Coeficiente de Simultaneidad: 1 )

$I = 12000 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 21,65 \text{ A}$ .  
 Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -  
 I.ad. a  $40^{\circ}\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 123 A. según ITC-BT-19



Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (21,65 / 123)^2] = 41,55 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,55 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,23$$

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 12000 / 51,23 \times 400 \times 25 = 0,023 \text{ V} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 1,58\% \text{ ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar. In: 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar. In: 40 A. Sensibilidad: 30 mA.

#### 1.8.1.3.1. Cálculo línea T.C.1:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 8,5 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = 1500 / 230 \times 0.8 = 8,15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (8,15 / 29)^2] = 43,95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (43,95 - 20)] = 0,01969$$

$$K = 1 / 0,01969 = 50,78$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 8,5 \times 1500 / 50,78 \times 230 \times 2,5 = 0,878 \text{ V} = 0,382 \%$$

$$e(\text{total}) = 1,96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.8.1.3.2. Cálculo línea T.C.2:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 16 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = 1500 / 230 \times 0.8 = 8,15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (8,15 / 29)^2] = 43,95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (43,95 - 20)] = 0,01969$$

$$K = 1 / 0,01969 = 50,78$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 16 \times 1500 / 50,78 \times 230 \times 2,5 = 1,644 \text{ V} = 0,71 \%$$

$$e(\text{total}) = 2,29\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.8.1.3.3. Cálculo línea T.C.3:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 24 m; Cos  $\varphi$  = 0.8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = 1500 / 230 \times 0.8 = 8,15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (8,15 / 29)^2] = 43,95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (43,95 - 20)] = 0,01969$$

$$K = 1 / 0,01969 = 50,78$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 24 \times 1500 / 50,78 \times 230 \times 2,5 = 2,466 \text{ V} = 1,072 \%$$

$$e(\text{total}) = 2,65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.8.1.3.4. Cálculo línea T.C.4:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 32 m; Cos  $\varphi$  = 0.8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = 1500/230 \times 0.8 = 8,15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (8,15 / 29)^2] = 43,95 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (43,95 - 20)] = 0,01969$$

$$K = 1 / 0,01969 = 50,78$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 32 \times 1500 / 50,78 \times 230 \times 2,5 = 3,29 \text{ V} = 1,43 \%$$

$$e(\text{total}) = 3,01\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.8.1.3.5. Cálculo línea T.C.5:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 40 m; Cos φ = 0.8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = 1500/230 \times 0.8 = 8,15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (8,15 / 29)^2] = 43,95 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (43,95 - 20)] = 0,01969$$

$$K = 1 / 0,01969 = 50,78$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 1500 / 50,78 \times 230 \times 2,5 = 4,11 \text{ V} = 1,78 \%$$

$$e(\text{total}) = 3,37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.8.1.3.6. Cálculo línea T.C.6:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 48 m; Cos φ = 0.8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = 1500/230 \times 0.8 = 8,15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (8,15 / 29)^2] = 43,95 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (43,95 - 20)] = 0,01969$$

$$K = 1 / 0,01969 = 50,78$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 48 \times 1500 / 50,78 \times 230 \times 2,5 = 4,93 \text{ V} = 2,14 \%$$

$$e(\text{total}) = 3,72\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.8.1.3.7. Cálculo línea T.C.7:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra
- Longitud = 56 m; Cos φ = 0.8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = 1500/230 \times 0.8 = 8,15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (8,15 / 29)^2] = 43,95 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0.00392 \cdot (43,95 - 20)] = 0,01969$$

$$K = 1 / 0,01969 = 50,78$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 56 \times 1500 / 50,78 \times 230 \times 2,5 = 5,75 \text{ V} = 2,5 \%$$

$$e(\text{total}) = 4,08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

#### 1.8.1.3.8. Cálculo línea T.C.8:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra

- Longitud = 64 m;  $\cos \varphi = 0.8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I = 1500/230 \times 0.8 = 8,15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 16mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (8,15 / 29)^2] = 43,95 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (43,95 - 20)] = 0,01969$$

$$K = 1 / 0,01969 = 50,78$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 64 \times 1500 / 50,78 \times 230 \times 2,5 = 6,57 \text{ V} = 2,86 \%$$

$$e(\text{total}) = 4,44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar In: 16 A.

### **1.9. Cálculo del embarrado del Cuadro General de Mando y Protección:**

#### ➤ **Datos:**

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0,5

#### ➤ **Pletina adoptada**

- Sección (mm<sup>2</sup>): 500
- Ancho (mm): 50
- Espesor (mm): 10
- $W_x, I_x, W_y, I_y \text{ (cm}^3, \text{cm}^4)$  : 4.16, 10.4, 0.833, 0.416
- I. admisible del embarrado (A): 920

#### a) *Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 30,628^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0,833 \cdot 1) = 1173,113 < 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) *Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{\text{cal}} = 454,835 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 920 \text{ A}$$

c) *Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito*

$$R = 20 \cdot 1000 \cdot 1,5 / 27,57 \cdot 300 \cdot 1 = 5,691 \text{ (mohm)}$$

$$X = 0,1 \cdot 20 / 1 = 2 \text{ (mohm)}$$

$$Z_t = (5,691^2 + 2^2)^{1/2} = 5,7735 \text{ (mohm)}$$

$$I_{pcc} = 0,8 \cdot 400 / \sqrt{3} \cdot 5,7735 = 30,628 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 500 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0,5}) = 115,97 \text{ kA}$$

#### **1.10. Cálculo del embarrado del Subcuadro de la Zona de Oficinas:**

➤ **Datos:**

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0,5

➤ **Pletina adoptada**

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, lx, Wy, ly (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) *Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1,99^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0,008 \cdot 1) = 515,64 < 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) *Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{cal} = 68,14 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) *Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito*

$$R = 107 \cdot 1000 \cdot 1,5 / 49,74 \cdot 35 \cdot 1 = 92,19 \text{ (mohm)}$$

$$X = 0,1 \cdot 107 / 1 = 10,7 \text{ (mohm)}$$

$$Z_t = (92,19^2 + 10,7^2)^{1/2} = 92,81 \text{ (mohm)}$$

$$I_{pcc} = 0,8 \cdot 400 / \sqrt{3} \cdot 92,81 = 1,99 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0,5}) = 5,566 \text{ kA}$$

#### **1.11. Cálculo del embarrado del Subcuadro de la Sala de Exposiciones:**

➤ **Datos:**

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0,5

➤ **Pletina adoptada**

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, lx, Wy, ly (cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) *Cálculo electrodinámico*

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1,282^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0,008 \cdot 1) = 214,126 < 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) *Cálculo térmico, por intensidad admisible*

$$I_{cal} = 47,63 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) *Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito*

$$R = 120 \cdot 1000 \cdot 1,5 / 50,15 \cdot 25 \cdot 1 = 143,57 \text{ (mohm)}$$

$$X = 0,1 \cdot 120 / 1 = 12 \text{ (mohm)}$$

$$Z_t = (143,57^2 + 12^2)^{1/2} = 144,07 \text{ (mohm)}$$

$$I_{pcc} = 0,8 \cdot 400 / \sqrt{3} \cdot 144,07 = 1,282 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5,566 \text{ kA}$$

## **1.12.      Resumen de los cálculos:**

### **1.12.1. Cuadro General de Mando y Protección:**

Denominación	Pot. Cálculo (W)	Distancia (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Intens. Cálculo (A)	Intens. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)
Acometida	252088	20	3x300/150Al	454,835	485	0,598	0,598
Línea General de Alimentación	252088	0,3	4x300+TTx150Cu	454,835	524	0	0
Derivación Individual	252088	0,3	4x300+TTx150Al	454,835	485	0	0
Línea General T.C. Almacén	33000	1	4x16Cu	59,54	105	0,026	0,026
Línea Cuadro T.C.1	5500	22	4x6+TTx6Cu	9,92	57	0,246	0,272
Línea Cuadro T.C.2	5500	52	4x6+TTx6Cu	9,92	57	0,581	0,607
Línea Cuadro T.C.3	5500	85	4x6+TTx6Cu	9,92	57	0,95	0,976
Línea Cuadro T.C.4	5500	72	4x6+TTx6Cu	9,92	57	0,805	0,831
Línea Cuadro T.C.5	5500	102	4x6+TTx6Cu	9,92	57	1,14	1,166
Línea Cuadro T.C.6	5500	135	4x6+TTx6Cu	9,92	57	1,509	1,535
Línea General Alum. Almacén	190588	1	4x150Cu	343,86	404	0,0174	0,0174
Línea Alumbrado Exterior	1357,2	55	2x1,5+TTx1,5Cu	5,9	18	3,72	3,7374
Línea Alumbrado 1	5367,6	33	2x6+TTx6Cu	23,34	44	2,06	2,0774
Línea Alumbrado 2	5367,6	40	2x6+TTx6Cu	23,34	44	2,5	2,5174
Línea Alumbrado 3	5367,6	46,5	2x6+TTx6Cu	23,34	44	2,9	2,9174
Línea Alumbrado 4	5367,6	53	2x6+TTx6Cu	23,34	44	3,315	3,3324
Línea Alumbrado 5	5367,6	60	2x6+TTx6Cu	23,34	44	3,75	3,7674
Línea Alumbrado 6	5367,6	67	2x6+TTx6Cu	23,34	44	4,19	4,2074
Línea Alumbrado 7	5367,6	74	2x10+TTx10Cu	23,34	60	2,99	3,0074
Línea Alumbrado 8	5367,6	81	2x10+TTx10Cu	23,34	60	3,28	3,2974
Línea Alumbrado 9	5367,6	88	2x10+TTx10Cu	23,34	60	3,56	3,5774
Línea Alumbrado 10	5367,6	95	2x10+TTx10Cu	23,34	60	3,84	3,8574
Línea Alumbrado 11	5367,6	102	2x10+TTx10Cu	23,34	60	4,13	4,1474
Línea Alumbrado 12	5367,6	109	2x10+TTx10Cu	23,34	60	4,41	4,4274
Línea Alumbrado 13	5367,6	116	2x16+TTx16Cu	23,34	80	2,93	2,9474
Línea Alumbrado 14	5367,6	123	2x16+TTx16Cu	23,34	80	3,11	3,1274
Línea Alumbrado 15	5367,6	130	2x16+TTx16Cu	23,34	80	3,29	3,3074
Línea Alumbrado 16	5367,6	83	2x10+TTx10Cu	23,34	60	3,6	3,6174
Línea Alumbrado 17	5367,6	90	2x10+TTx10Cu	23,34	60	3,77	3,7874
Línea Alumbrado 18	5367,6	97	2x10+TTx10Cu	23,34	60	3,92	3,9374
Línea Alumbrado 19	5367,6	104	2x10+TTx10Cu	23,34	60	4,2	4,2174
Línea Alumbrado 20	5367,6	111	2x16+TTx16Cu	23,34	80	2,8	2,8174
Línea Alumbrado 21	5367,6	118	2x16+TTx16Cu	23,34	80	2,98	2,9974
Línea Alumbrado 22	5367,6	125	2x16+TTx16Cu	23,34	80	3,16	3,1774
Línea Alumbrado 23	5367,6	132	2x16+TTx16Cu	23,34	80	3,34	3,3574
Línea Alumbrado 24	5367,6	139	2x16+TTx16Cu	23,34	80	3,47	3,4874
Línea Alumbrado 25	5367,6	146	2x16+TTx16Cu	23,34	80	3,65	3,6674
Línea Alumbrado 26	5367,6	153	2x16+TTx16Cu	23,34	80	3,82	3,8374
Línea Alumbrado 27	5367,6	160	2x16+TTx16Cu	23,34	80	4	4,0174



Línea Alumbrado 28	5367,6	167	2x16+TTx16Cu	23,34	80	4,17	4,1874
Línea Alumbrado 29	5367,6	174	2x25+TTx16Cu	23,34	106	2,76	2,7774
Línea Alumbrado 30	5367,6	181	2x25+TTx16Cu	23,34	106	2,87	2,8874
<b>Línea General Alum. Emerg. Almacén</b>	2116,8	1	4x4Cu	3,819	45	0	0
Línea Emergencia 1	237,6	64,25	2x1,5+TTx1,5Cu	1,033	18	0,747	0,747
Línea Emergencia 2	194,4	70,1	2x1,5+TTx1,5Cu	0,845	18	0,667	0,667
Línea Emergencia 3	194,4	92,27	2x1,5+TTx1,5Cu	0,845	18	0,878	0,878
Línea Emergencia 4	194,4	96,36	2x1,5+TTx1,5Cu	0,845	18	0,917	0,917
Línea Emergencia 5	194,4	106,24	2x1,5+TTx1,5Cu	0,845	18	1,011	1,011
Línea Emergencia 6	194,4	120	2x1,5+TTx1,5Cu	0,845	18	1,142	1,142
Línea Emergencia 7	194,4	127	2x1,5+TTx1,5Cu	0,845	18	1,208	1,208
Línea Emergencia 8	194,4	137,28	2x1,5+TTx1,5Cu	0,845	18	1,3	1,3
Línea Emergencia 9	172,8	150,18	2x1,5+TTx1,5Cu	0,751	18	1,27	1,27
Línea Emergencia 10	172,8	144,65	2x1,5+TTx1,5Cu	0,751	18	1,224	1,224
Línea Emergencia 11	172,8	164,8	2x1,5+TTx1,5Cu	0,751	18	1,394	1,394
<b>Línea Subcuadro Oficinas</b>	37767	107	4x35+TTx16Cu	68,14	154	1,45	1,45
<b>Línea Subcuadro Sala de Exposiciones</b>	26400	120	4x25+TTx16Cu	47,63	123	1,58	1,58

### 1.12.2. Cortocircuito Cuadro General de Mando y Protección:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ipcc <sub>i</sub> (kA)	P. de Corte (kA)	Ipcc <sub>f</sub> (A)	t <sub>ficc</sub> (seg)	Lmax (m)	t <sub>micc</sub> (seg)	Curvas válidas
Línea General de Alimentación	0,3	4x300+TTx150Cu	30,62	36	15146	0,037	231,58	8,023	500
Derivación Individual	0,3	4x300+TTx150Al	30,42	36	14924,43			3,607	475;B,C,D
Línea General T.C. Almacén	1	4x16Cu	29,97	36	11454			0,04	90
Línea Cuadro T.C.1	22	4x6+TTx6Cu	23	36	798,76			1,154	16;B,C,D
Línea Cuadro T.C.2	52	4x6+TTx6Cu	23	36	351,68			5,95	16;B,C,D
Línea Cuadro T.C.3	85	4x6+TTx6Cu	23	36	217,68			15,54	16;B,C
Línea Cuadro T.C.4	72	4x6+TTx6Cu	23	36	256,11			11,22	16;B,C
Línea Cuadro T.C.5	102	4x6+TTx6Cu	23	36	181,95			22,24	16;B,C
Línea Cuadro T.C.6	135	4x6+TTx6Cu	23	36	137,99			38,66	16;B
Línea General Alum. Almacén	1	4x150Cu	29,97	36	14364			2,23	400
Línea Alumbrado Exterior	55	2x1,5+TTx1,5Cu	28,91	36	84,06			6,51	16;B
Línea Alumbrado 1	33	2x6+TTx6Cu	28,91	36	527,38			2,65	40;B,C
Línea Alumbrado 2	40	2x6+TTx6Cu	28,91	36	437,88			3,84	40;B,C
Línea Alumbrado 3	46,5	2x6+TTx6Cu	28,91	36	378,19			5,147	40;B
Línea Alumbrado 4	53	2x6+TTx6Cu	28,91	36	332,82			6,64	40;B
Línea Alumbrado 5	60	2x6+TTx6Cu	28,91	36	294,74			8,47	40;B
Línea Alumbrado 6	67	2x6+TTx6Cu	28,91	36	264,48			10,52	40;B
Línea Alumbrado 7	74	2x10+TTx10Cu	28,91	36	395,44			13,07	40;B
Línea Alumbrado 8	81	2x10+TTx10Cu	28,91	36	362,08			16,38	40;B
Línea Alumbrado 9	88	2x10+TTx10Cu	28,91	36	333,91			18,34	40;B
Línea Alumbrado 10	95	2x10+TTx10Cu	28,91	36	309,81			21,3	40;B
Línea Alumbrado 11	102	2x10+TTx10Cu	28,91	36	288,95			24,49	40;B
Línea Alumbrado 12	109	2x10+TTx10Cu	28,91	36	270,73			27,9	40;B
Línea Alumbrado 13	116	2x16+TTx16Cu	28,91	36	403,02			32,23	40;B,C
Línea Alumbrado 14	123	2x16+TTx16Cu	28,91	36	380,66			36,13	40;B
Línea Alumbrado 15	130	2x16+TTx16Cu	28,91	36	360,65			40,24	40;B
Línea Alumbrado 16	83	2x10+TTx10Cu	28,91	36	353,56			16,36	40;B
Línea Alumbrado 17	90	2x10+TTx10Cu	28,91	36	326,65			19,16	40;B
Línea Alumbrado 18	97	2x10+TTx10Cu	28,91	36	303,55			22,19	40;B
Línea Alumbrado 19	104	2x10+TTx10Cu	28,91	36	283,5			25,44	40;B
Línea Alumbrado 20	111	2x16+TTx16Cu	28,91	36	420,66			29,58	40;B,C
Línea Alumbrado 21	118	2x16+TTx16Cu	28,91	36	396,36			33,32	40;B
Línea Alumbrado 22	125	2x16+TTx16Cu	28,91	36	374,72			37,28	40;B
Línea Alumbrado 23	132	2x16+TTx16Cu	28,91	36	355,31			41,46	40;B

Línea Alumbrado 24	139	2x16+TTx16Cu	28,91	36	337,82	45,87	40;B
Línea Alumbrado 25	146	2x16+TTx16Cu	28,91	36	321,97	50,49	40;B
Línea Alumbrado 26	153	2x16+TTx16Cu	28,91	36	307,54	55,35	40;B
Línea Alumbrado 27	160	2x16+TTx16Cu	28,91	36	294,34	60,42	40;B
Línea Alumbrado 28	167	2x16+TTx16Cu	28,91	36	282,24	65,71	40;B
Línea Alumbrado 29	174	2x25+TTx16Cu	28,91	36	418,45	72,99	40;B,C
Línea Alumbrado 30	181	2x25+TTx16Cu	28,91	36	402,7	78,8	40;B,C
<b>Línea General Alum. Emerg. Almacén</b>	1	4x4Cu	29,97	36	6930,04	0,007	16
Línea Emergencia 1	64,25	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	72,95	8,64	6;B,C
Línea Emergencia 2	70,1	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	66,92	10,27	6;B,C
Línea Emergencia 3	92,27	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	50,95	17,72	6;B
Línea Emergencia 4	96,36	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	48,81	19,3	6;B
Línea Emergencia 5	106,24	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	44,29	23,45	6;B
Línea Emergencia 6	120	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	39,25	29,86	6;B
Línea Emergencia 7	127	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	37,09	33,43	6;B
Línea Emergencia 8	137,28	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	34,33	39,03	6;B
Línea Emergencia 9	150,18	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	31,39	46,68	6;B
Línea Emergencia 10	144,65	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	32,59	43,32	6;B
Línea Emergencia 11	156,8	2x1,5+TTx1,5Cu	13,92	25	30,07	50,87	6;B
<b>Línea Subcuadro Oficinas</b>	107	4x35+TTx16Cu	29,97	36	930,88	28,9	100
<b>Línea Subcuadro Sala de Exposiciones</b>	120	4x25+TTx16Cu	29,97	36	613,17	33,99	100

### 1.12.3. Subcuadro Oficinas:

Denominación	Pot. Cálculo (W)	Distancia (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Intens. Cálculo (A)	Intens. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)
<b>Línea General Alum. Zona de Oficinas</b>	20122,2	1	4x25Cu	36,3	123	0	1,45
Línea Alumbrado Hall	2278,8	34	2x4+TTx4Cu	9,908	38	1,44	2,89
Línea Alumbrado Pasillo	2332,8	55	2x4+TTx4Cu	10,142	38	2,384	3,834
Línea Alumbrado Oficina 1	2205	38	2x4+TTx4Cu	9,587	38	1,55	3
Línea Alumbrado Oficina 2	2646	49	2x4+TTx4Cu	11,5	38	2,42	3,87
Línea Alumbrado Oficina 3	2646	59	2x4+TTx4Cu	11,5	38	2,91	4,36
Línea Alumbrado Sala de Reuniones	1890	67	2x4+TTx4Cu	8,2	38	2,34	3,79
Línea Alumbrado Aseo Masculino	3013,2	76	2x6+TTx6Cu	13,1	49	2,84	4,29
Línea Alumbrado Aseo Femenino	3110,4	82	2x10+TTx10Cu	13,52	68	1,885	3,335
<b>Línea General Alum. Emerg. Oficinas</b>	1144,8	1	4x4Cu	2,065	45	0	1,45
Línea Emergencia Hall	172,8	34	2x1,5+TTx1,5Cu	0,75	18	0,287	1,737
Línea Emergencia Pasillo	194,4	55	2x1,5+TTx1,5Cu	0,845	18	0,523	1,973
Línea Emergencia Oficina 1	151,2	38	2x1,5+TTx1,5Cu	0,657	18	0,281	1,731
Línea Emergencia Oficina 2	151,2	49	2x1,5+TTx1,5Cu	0,657	18	0,36	1,81
Línea Emergencia Oficina 3	151,2	59	2x1,5+TTx1,5Cu	0,657	18	0,436	1,886
Línea Emergencia Sala de Reuniones	151,2	67	2x1,5+TTx1,5Cu	0,657	18	0,496	1,946
Línea Emergencia Aseo Masculino	86,4	76	2x1,5+TTx1,5Cu	0,376	18	0,32	1,77
Línea Emergencia Aseo Femenino	86,4	82	2x1,5+TTx1,5Cu	0,376	18	0,346	1,796
<b>Línea General T.C. Oficinas</b>	16500	1	4x25Cu	29,77	123	0	1,45
Línea T.C. Hall	3000	34	2x4+TTx4Cu	16,3	38	1,934	3,384
Línea T.C. Oficina 1	3000	38	2x4+TTx4Cu	16,3	38	2,16	3,61
Línea T.C. Oficina 2	3000	49	2x4+TTx4Cu	16,3	38	2,787	4,237
Línea T.C. Oficina 3	3000	59	2x4+TTx4Cu	16,3	38	3,356	4,806
Línea T.C. Sala de Reuniones	2500	67	2x4+TTx4Cu	13,58	38	3,144	4,594
Línea T.C. Aseo Masculino	1000	76	2x4+TTx4Cu	5,435	38	1,4	2,85
Línea T.C. Aseo Femenino	1000	82	2x4+TTx4Cu	5,435	38	1,51	2,96

#### 1.12.4. Cortocircuito Subcuadro Oficinas:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	$I_{pcc_i}$ (kA)	P. de Corte (kA)	$I_{pcc_F}$ (A)	$t_{micc}$ (seg)	Curvas válidas
<b>Línea General Alum. Zona de Oficinas</b>	1	4x25Cu	1,87	10	919,84	15,1	40
Línea Alumbrado Hall	34	2x4+TTx4Cu	1,848	10	262,74	4,74	16;B,C
Línea Alumbrado Pasillo	55	2x4+TTx4Cu	1,848	10	182,22	9,85	16;B,C
Línea Alumbrado Oficina 1	38	2x4+TTx4Cu	1,848	10	242,34	5,57	16;B,C
Línea Alumbrado Oficina 2	49	2x4+TTx4Cu	1,848	10	199,7	8,2	16;B,C
Línea Alumbrado Oficina 3	59	2x4+TTx4Cu	1,848	10	172,17	11,04	16;B,C
Línea Alumbrado Sala de Reuniones	67	2x4+TTx4Cu	1,848	10	155	13,6	16;B
Línea Alumbrado Aseo Masculino	76	2x6+TTx6Cu	1,848	10	194,48	19,47	16;B,C
Línea Alumbrado Aseo Femenino	82	2x10+TTx10Cu	1,848	10	270,37	27,97	16;B,C
<b>Línea General Alum. Emerg. Oficinas</b>	1	4x4Cu	1,87	10	867,36	0,435	16
Línea Emergencia Hall	34	2x1,5+TTx1,5Cu	1,74	10	120,1	3,189	6;B,C
Línea Emergencia Pasillo	55	2x1,5+TTx1,5Cu	1,74	10	78,37	7,49	6;B,C
Línea Emergencia Oficina 1	38	2x1,5+TTx1,5Cu	1,74	10	109,04	3,87	6;B,C
Línea Emergencia Oficina 2	49	2x1,5+TTx1,5Cu	1,74	10	87,01	6,077	6;B,C
Línea Emergencia Oficina 3	59	2x1,5+TTx1,5Cu	1,74	10	73,5	8,515	6;B,C
Línea Emergencia Sala de Reuniones	67	2x1,5+TTx1,5Cu	1,74	10	65,38	10,76	6;B,C
Línea Emergencia Aseo Masculino	76	2x1,5+TTx1,5Cu	1,74	10	58,16	13,6	6;B
Línea Emergencia Aseo Femenino	82	2x1,5+TTx1,5Cu	1,74	10	54,17	15,68	6;B
<b>Línea General T.C. Oficinas</b>	1	4x25Cu	1,87	10	920,23	15,09	40
Línea T.C. Hall	34	2x4+TTx4Cu	1,848	10	258,92	4,88	25;B,C
Línea T.C. Oficina 1	38	2x4+TTx4Cu	1,848	10	238,71	5,74	25;B
Línea T.C. Oficina 2	49	2x4+TTx4Cu	1,848	10	196,53	8,47	25;B
Línea T.C. Oficina 3	59	2x4+TTx4Cu	1,848	10	169,32	11,41	25;B
Línea T.C. Sala de Reuniones	67	2x4+TTx4Cu	1,848	10	152,44	14,08	25;B
Línea T.C. Aseo Masculino	76	2x4+TTx4Cu	1,848	10	137,07	17,41	25;B
Línea T.C. Aseo Femenino	82	2x4+TTx4Cu	1,848	10	128,43	19,83	25;B

### 1.12.5. Subcuadro Sala de Exposiciones:

Denominación	Pot. Cálculo (W)	Distancia (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Intens. Cálculo (A)	Intens. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)
<b>Línea General Alumbrado Sala Exposiciones</b>	13860	1	4x25Cu	25	123	0	1,58
Línea Alumbrado 1	693	30,5	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	1,039	2,619
Línea Alumbrado 2	693	28	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	0,954	2,534
Línea Alumbrado 3	693	26	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	0,886	2,466
Línea Alumbrado 4	693	26,6	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	0,9	2,48
Línea Alumbrado 5	693	28,5	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	0,97	2,55
Línea Alumbrado 6	693	31	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	1,056	2,636
Línea Alumbrado 7	693	33	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	1,124	2,704
Línea Alumbrado 8	693	35	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	1,193	2,773
Línea Alumbrado 9	693	37	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	1,26	2,84
Línea Alumbrado 10	693	39	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	1,33	2,91
Línea Alumbrado 11	693	71	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	2,42	4
Línea Alumbrado 12	693	73	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	2,48	4,06
Línea Alumbrado 13	693	75	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	2,55	4,13
Línea Alumbrado 14	693	77	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	2,62	4,2
Línea Alumbrado 15	693	79	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	2,69	4,27
Línea Alumbrado 16	693	81	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	2,76	4,34
Línea Alumbrado 17	693	83	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	2,83	4,41
Línea Alumbrado 18	693	85	2x1,5+TTx1,5Cu	3,013	18	2,89	4,47
Línea Alumbrado 19	693	87	2x2,5+TTx2,5Cu	3,013	25	1,774	3,354
Línea Alumbrado 20	693	89	2x2,5+TTx2,5Cu	3,013	25	1,815	3,395
<b>Línea General Alumbrado Emergencia Sala Exposiciones</b>	540	1	4x4Cu	0,974	45	0	1,58
Línea Emergencia 1	64,8	28	2x1,5+TTx1,5Cu	0,28	18	0,088	1,668
Línea Emergencia 2	86,4	41	2x1,5+TTx1,5Cu	0,375	18	0,173	1,753
Línea Emergencia 3	86,4	47	2x1,5+TTx1,5Cu	0,375	18	0,198	1,778
Línea Emergencia 4	64,8	51	2x1,5+TTx1,5Cu	0,28	18	0,162	1,742
Línea Emergencia 5	86,4	65	2x1,5+TTx1,5Cu	0,375	18	0,275	1,855
Línea Emergencia 6	86,4	74	2x1,5+TTx1,5Cu	0,375	18	0,313	1,893
Línea Emergencia 7	64,8	80	2x1,5+TTx1,5Cu	0,28	18	0,254	1,834
<b>Línea General T.C. Sala Exposiciones</b>	12000	1	4x25Cu	21,65	123	0	1,58
Línea T.C. 1	1500	8,5	2x2,5+TTx2,5Cu	8,15	29	0,382	1,962
Línea T.C. 2	1500	16	2x2,5+TTx2,5Cu	8,15	29	0,71	2,29
Línea T.C. 3	1500	24	2x2,5+TTx2,5Cu	8,15	29	1,072	2,652
Línea T.C. 4	1500	32	2x2,5+TTx2,5Cu	8,15	29	1,43	3,01
Línea T.C. 5	1500	40	2x2,5+TTx2,5Cu	8,15	29	1,78	3,36
Línea T.C. 6	1500	48	2x2,5+TTx2,5Cu	8,15	29	2,14	3,72
Línea T.C. 7	1500	56	2x2,5+TTx2,5Cu	8,15	29	2,5	4,08
Línea T.C. 8	1500	64	2x2,5+TTx2,5Cu	8,15	29	2,86	4,44

### 1.12.6. Cortocircuito Subcuadro Sala de Exposiciones:

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>pcc</sub> <sub>i</sub> (kA)	P. de Corte (kA)	I <sub>pcc</sub> <sub>e</sub> (A)	t <sub>micc</sub> (seg)	Curvas válidas
<b>Línea General Alumbrado Sala Exposiciones</b>	1	4x25Cu	1,23	10	608,3	34,53	40
Línea Alumbrado 1	30,5	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	123,11	3,036	6;B,C,D
Línea Alumbrado 2	28	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	131,73	2,65	6;B,C,D
Línea Alumbrado 3	26	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	139,54	2,36	6;B,C,D
Línea Alumbrado 4	26,6	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	137,1	2,45	6;B,C,D
Línea Alumbrado 5	28,5	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	129,9	2,726	6;B,C,D
Línea Alumbrado 6	31	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	121,52	3,11	6;B,C,D
Línea Alumbrado 7	33	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	115,55	3,46	6;B,C
Línea Alumbrado 8	35	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	110,14	3,79	6;B,C
Línea Alumbrado 9	37	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	105,21	4,156	6;B,C
Línea Alumbrado 10	39	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	100,71	4,54	6;B,C
Línea Alumbrado 11	71	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	59,76	12,88	6;B
Línea Alumbrado 12	73	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	58,28	13,54	6;B
Línea Alumbrado 13	75	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	56,87	14,22	6;B
Línea Alumbrado 14	77	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	55,53	14,92	6;B
Línea Alumbrado 15	79	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	54,25	15,63	6;B
Línea Alumbrado 16	81	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	53,03	16,36	6;B
Línea Alumbrado 17	83	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	51,86	17,11	6;B
Línea Alumbrado 18	85	2x1,5+TTx1,5Cu	1,22	10	50,74	17,87	6;B
Línea Alumbrado 19	87	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	78,85	20,55	6;B,C
Línea Alumbrado 20	89	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	77,3	21,39	6;B,C
<b>Línea General Alum. Emergencia S. Exposiciones</b>	1	4x4Cu	1,23	10	584,87	0,956	16
Línea Emergencia 1	28	2x1,5+TTx1,5Cu	1,174	10	131,32	2,667	6;B,C,D
Línea Emergencia 2	41	2x1,5+TTx1,5Cu	1,174	10	96,54	4,936	6;B,C
Línea Emergencia 3	47	2x1,5+TTx1,5Cu	1,174	10	86,03	6,217	6;B,C
Línea Emergencia 4	51	2x1,5+TTx1,5Cu	1,174	10	80,2	7,15	6;B,C
Línea Emergencia 5	65	2x1,5+TTx1,5Cu	1,174	10	64,84	10,94	6;B,C
Línea Emergencia 6	74	2x1,5+TTx1,5Cu	1,174	10	57,73	13,81	6;B
Línea Emergencia 7	80	2x1,5+TTx1,5Cu	1,174	10	53,79	15,89	6;B
<b>Línea General T.C. Sala Exposiciones</b>	1	4x25Cu	1,23	10	608,4	34,53	25
Línea T.C. 1	8,5	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	365,9	0,954	16;B,C,D
Línea T.C. 2	16	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	270,61	1,745	16;B,C
Línea T.C. 3	24	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	211,76	2,85	16;B,C
Línea T.C. 4	32	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	173,934	4,22	16;B,C
Línea T.C. 5	40	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	147,57	5,87	16;B
Línea T.C. 6	48	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	128,14	7,78	16;B
Línea T.C. 7	56	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	113,23	9,97	16;B
Línea T.C. 8	64	2x2,5+TTx2,5Cu	1,22	10	101,434	12,42	16;B

### **1.13. Sistema de puesta a tierra:**

Las conexiones de puesta a tierra se establecen principalmente con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden presentar en un momento determinado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos empleados.

#### **1.13.1. Datos de partida:**

Características del terreno: calizas blandas.

Así pues se tomará como valor de resistividad del terreno  $200 \Omega \cdot m$ , (valor medio de la resistividad de este tipo de terreno, que oscila entre  $100$  y  $300 \Omega \cdot m$ ) de acuerdo con la tabla 3 de la instrucción ITC-BT-18 del RBT.

#### **1.13.2. Criterios de diseño:**

La resistencia de partida para la puesta a tierra suele ser en función o no de la existencia de pararrayos y del tipo de local, tal y como figura en la siguiente tabla:

Tipo de local	Resistencia máxima, $\Omega$
Edificio destinado a viviendas	80
Edificio con pararrayos	15
Instalaciones de máxima seguridad	2 a 5
Instalaciones de ordenadores	1 a 2

En nuestro caso adoptaremos el criterio de máxima seguridad, al tratarse de una nave industrial de gran potencia en la que se almacenará una gran variedad de productos.

Se implantará el sistema más frecuente utilizado en la práctica para la mayor parte de instalaciones, que es recurrir a la combinación de picas y conductores.

Las picas se dispondrán en paralelo, siendo mucho más fácil y económica su instalación que la de picas en profundidad o placas verticales.

Para evitar que se produzcan interferencias entre los conos de deyección de las picas, éstas han de disponerse separadas entre sí una distancia, como mínimo, de 1.5 veces la longitud de hincado de las picas en el terreno, siendo recomendable (NTE-IEP 1973) que separen dos veces dicha longitud.

Al ser picas de 2 metros de longitud se dispondrán separadas entre sí una distancia (d) de 4 metros.

Se considera que la resistencia de dos picas en paralelo es igual a la mitad de una de ellas; que la de tres es un tercio de la de una de ellas, y así sucesivamente.



### 1.13.3. Cálculo:

Las ecuaciones utilizadas para la configuración y el cálculo de la puesta a tierra son las siguientes:

Al tratarse de picas dispuestas en paralelo unidas mediante cable conductor enterrado, la resistencia total del electrodo de tierra será:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{grupo}} + \frac{1}{R_{conductor}}$$

Dado que las picas se distribuyen en anillo, la resistencia del conductor será:

$$R_{conductor} = \frac{2 \cdot \rho}{n \cdot d}$$

Por lo tanto, si empleamos picas de 2 metros de longitud (L) y las separamos 4 metros (d), con una resistividad de 200  $\Omega \cdot m$ , como se ha explicado en los criterios de cálculo, obtendremos la siguiente ecuación:

$$R_t = \frac{K \cdot \rho}{(k + 1) \cdot 2 \cdot n} = \frac{K \cdot 100}{(k + 1) \cdot n} \rightarrow n = \frac{K \cdot 100}{(k + 1) \cdot R_t}$$

Donde:

K = Coef. de mejora, por lo que la resistencia del grupo de picas es algo superior al criterio de cálculo de resistencia en paralelo. Asumimos un valor de K = 2:

n = Número de picas

$\rho$  = Resistividad del terreno

d = Distancia entre picas (m)

R<sub>t</sub> = Resistencia total conjunto electrodo + conductor

$$n = \frac{2 \cdot 100}{(2 + 1) \cdot 4} = 16,67 \rightarrow 17 \text{ picas}$$

Para 17 picas de 2 metros dispuestas en anillo, la resistencia será:

$$R_{grupo} = \frac{2 \cdot \frac{200}{2}}{17} = 11,76 \Omega$$

La resistencia equivalente en metros de conductor desnudo de cobre de 35 mm<sup>2</sup> que emplearemos para unir entre sí las picas será:

$$R_{conductor} = \frac{2 \cdot 200}{4 \cdot 17} = 5,88 \Omega$$

$$R_t = \frac{5,88 \cdot 11,76}{5,88 + 11,76} = 3,92 \Omega$$

#### **1.14. Protección contra incendios:**

##### **1.14.1. Propagación interior:**

- Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los siguientes límites:
  - i. Zona de alojamiento o de uso Administrativo, Comercial o Docente cuya superficie construida exceda de 500 m<sup>2</sup>.
  - ii. Zona de uso Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 500 personas. Cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de vestíbulos de independencia.
- Un espacio diáfano puede constituir un único sector de incendio, cualquiera que sea su superficie construida, siempre que al menos el 90% de ésta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, al menos el 75% de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho recinto ninguna zona habitable.

En total tenemos tres sectores de incendio: el almacén (5962,18 m<sup>2</sup>), la zona de oficinas (1270,6130 m<sup>2</sup>) y la sala de exposiciones (1270,6130 m<sup>2</sup>) en la planta superior.

##### **1.14.2. Evacuación de ocupantes:**

*Cálculo de ocupación:*

- Plantas o zonas de oficinas → 10 m<sup>2</sup>/persona → 1270,6130 m<sup>2</sup> → 127 personas
- Almacenes → 40 m<sup>2</sup>/persona → 5962,18 m<sup>2</sup> → 150 personas
- Sala de exposiciones → 2 m<sup>2</sup>/persona → 1270,6130 m<sup>2</sup> → 635 personas

*Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación:*

- Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta → La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m. La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 25 m.

### 1.14.3. Detección, control y extinción del incendio:

*En general:*

- Extintores portátiles → Uno de eficacia 21A -113B: Cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

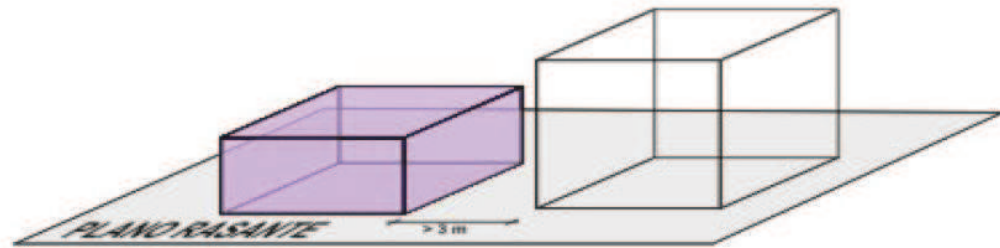
*Administrativo (oficinas) → Área: 1270,6130 m<sup>2</sup>*

- Bocas de incendio → Si la superficie construida excede de 2.000 m<sup>2</sup> → **No es necesario**
- Columna seca → Si la altura de evacuación excede de 24 m → **No es necesario**
- Sistema de alarma → Si la superficie construida excede de 1.000 m<sup>2</sup> → **Sí es necesario**  
Se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.
- Sistema de detección de incendio → Si la superficie construida excede de 2.000 m<sup>2</sup>, detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m<sup>2</sup>, en todo el edificio → **No es necesario**
- Hidrantes exteriores → Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m<sup>2</sup>. Uno más por cada 10.000 m<sup>2</sup> adicionales o fracción → **No es necesario**

*Sala de exposiciones (1ª planta) → Área: 1270,6130 m<sup>2</sup>*

- Bocas de incendio → Si la superficie construida excede de 2.000 m<sup>2</sup> → **No es necesario**
- Columna seca → Si la altura de evacuación excede de 24 m → **No es necesario**
- Sistema de alarma → Si la superficie construida excede de 1.000 m<sup>2</sup> → **Sí es necesario**  
Se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.
- Sistema de detección de incendio → Si la superficie construida excede de 2.000 m<sup>2</sup>, detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m<sup>2</sup>, en todo el edificio → **No es necesario**
- Hidrantes exteriores → Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m<sup>2</sup>. Uno más por cada 10.000 m<sup>2</sup> adicionales o fracción → **No es necesario**

Almacén → Área: 5962,18 m<sup>2</sup>. Suponemos un valor de densidad de carga de fuego:  $Q_s = 400 \text{ Mcal / m}^2$  y un establecimiento industrial tipo c:



### Tipo C

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá; estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

- Bocas de incendio → Nos encontramos ante un edificio de tipo c, con nivel de riesgo bajo → **No es necesario**
- Sistema de alarma → Si la superficie construida del sector de incendio excede de 800 m<sup>2</sup> → **Sí es necesario**  
Se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.
- Sistema de detección de incendio → Mismo criterio que para las bocas de incendio → **No es necesario**
- Sistema de hidrantes exteriores → Mismo criterio que para las bocas de incendio → **No es necesario**

## **2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS:**

### **2.1. Fórmulas para el cálculo de las caídas de tensión:**

La sección del cable de línea que se ha de utilizar, será aquella que alimentando todos los aparatos a la vez, provoque una caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, menor del 3% (ITC-BT-19).

Como consecuencia de las corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases, se considerará la potencia aparente mínima 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas de descarga.

Además de lo indicado anteriormente, el factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90.

La fórmula empleada para determinar la caída de tensión correspondiente será:

$$e\% = 10^5 (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sen\varphi) \cdot P \cdot L / V^2 \cdot \cos\varphi$$

Siendo:

R = Resistencia del conductor en Ohm/km

X = Reactancia del conductor en Ohm/km

V = Tensión compuesta en Voltios

P = Potencia en kW

L = Longitud en km

$\cos\varphi = 0,9$  (factor de potencia)  $\rightarrow \sen\varphi = 0,436$

En este caso tendremos:

$$e\% = 10^5 (R \cdot 0,9 + X \cdot 0,436) \cdot P \cdot L / 400^2 \cdot 0,9 = K \cdot P \cdot L$$

Teniendo K para los conductores empleados los siguientes valores:

Sección en mm <sup>2</sup>	Coeficiente "K"
6	2,115
10	1,301
16	0,829

### **2.2. Fórmulas para el cálculo de la intensidad:**

Se calculará mediante la fórmula:

$$I = P \cdot 10^3 / \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi$$

Siendo:

I = Intensidad en Amperios

P = Potencia en kW

V = Tensión compuesta en voltios

$\cos\varphi = 0,9$  (factor de potencia)

Aplicando valores a este caso:

$$I = P \cdot 10^3 / \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9 = 1,60 \cdot P$$

Según ITC-BT-09, para dimensionar los conductores se multiplicará la potencia de los receptores por el factor 1,8 por tratarse de lámparas de descarga.

La intensidad así calculada deberá ser menor que la máxima admisible reflejada en la Tabla 5 de la ITC-BT-07, para conductores de Cu enterrados con aislamiento RV 0,6/1 kV:

Sección en mm <sup>2</sup>	Intensidad admisible (A)
6	72
10	96
16	125

### **2.3. Cálculo de las líneas de Alumbrado Vial y de la Zona de Aparcamientos alimentadas por el Centro de Transformación CT1:**

#### **2.3.1. Acometida:**

Partirá del Centro de Transformación CT1, hasta la celda de seccionamiento, para poder así alimentar a los armarios de medida, maniobra y protección. Tendrá una sección de 3x240/240mm<sup>2</sup>Al. Es una acometida en bucle, ya que se aprovechará también para alimentar a una grúa situada en el muelle este de Carboneras (Almería). Los resultados del cálculo de la sección se detallan en el punto 3.2 del presente documento.

#### **2.3.2. Cálculo de la Línea General de Alimentación:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra.
- Longitud = 0,3 m;  $\cos\varphi = 0,9$ ;  $X_u$  (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar (Lámparas + Reactancias):  $(29 \times 100) + (30 \times 56,4) + (59 \times 18) = 5654$  W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  $(59 \times 18) + 4592 \cdot 1,8 = 9327,6$  W (Coef. de Simultaneidad: 1).

$$I = 9327,6 / 1,732 \times 400 \times 0,9 = 14,96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C ( $F_c = 1$ ) 60 A, según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (14,96/60)^2] = 43,11 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (43,11 - 20)] = 0,01963$$

$K = 1 / 0,01963 = 50,94$   
 $e(\text{parcial}) = 0,3 \times 9327,6 / 50,94 \times 400 \times 10 = 0,0137 \text{ V} = 0\%$   
 $e(\text{total}) = 0\%.$  ADMIS (2% MAX.)

Protección térmica:  
Fusibles. In: 32 A

### 2.3.3. Cálculo de la Derivación Individual:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 0,3 m;  $\cos \varphi = 0,9$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega/\text{m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar (Lámparas + Reactancias):  $(29 \times 100) + (30 \times 56,4) + (59 \times 18) = 5654 \text{ W}$ .
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $(59 \times 18) + 4592 \cdot 1,8 = 9327,6 \text{ W}$  (Coef. de Simultaneidad: 1).

$I = 9327,6 / 1,732 \times 400 \times 0,9 = 14,96 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida -

I.ad. a 25°C ( $F_c = 1$ ) 96 A, según ITC-BT-07

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable =  $25 + [(90 - 25) \cdot (14,96/96)^2] = 26,58 \text{ }^\circ\text{C}$

$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (26,58 - 20)] = 0,01846$

$K = 1 / 0,01846 = 54,17$

$e(\text{parcial}) = 0,3 \times 9327,6 / 54,17 \times 400 \times 10 = 0,0129 \text{ V} = 0\%$

$e(\text{total}) = 0\%.$  ADMIS (2% MAX.)

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 25 A.

Protección diferencial:

Relé Diferencial con reconexión automática. Reg: 30-300 mA

### 2.3.4. Cálculo de la Línea de Suministro de Alumbrado Vial (Ramales 1 y 2):

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 16,2 m;  $\cos \varphi = 0,9$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega/\text{m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar:  $(29 \times 100) + (5 \times 56,4) = 3182 \text{ W}$ .
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $3182 \times 1,8 = 5727,6 \text{ W}$  (Coeficiente de Simultaneidad = 1 )

$I = 5727,6 / 1,732 \times 400 \times 0,9 = 9,1642 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.ad. a 40°C (Fc tubo = 0,8; Fc profundidad = 1,01; Fc agrupamiento = 0,75) = 44  
A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

e(parcial) =  $2,115 \times 5727,6 \times 16,2 = 0,1958\%$

e(total) = 0,1958 %. ADMIS (4,5% MAX.)

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

### 2.3.5. Cálculo de la Línea de Suministro de Alumbrado para Aparcamientos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 250 m; Cos  $\varphi = 0,9$ ; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar:  $25 \times 56,4 = 1410$  W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $1410 \times 1,8 = 2538$  W (Coeficiente de Simultaneidad = 1 )

$I = 2538 / 1,732 \times 400 \times 0,9 = 4,0608$  A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.ad. a 40°C (Fc tubo = 0,8; Fc profundidad = 1,01; Fc agrupamiento = 0,75) = 44  
A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

e(parcial) =  $2,115 \times 2538 \times 250 = 1,342\%$

e(total) = 1,342 %. ADMIS (4,5% MAX.)

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos para cada tramo de la instalación, aplicando las fórmulas y condicionantes citados, según el esquema adjunto:



**2.3.6. Resultados para el Ramal 1 correspondiente al Alumbrado Vial, alimentado por el CT1:**

TRAMO	POTENCIA TRAMO (kW)	LONG. (km)	MOMENTO ELÉCT. (kW·km)	INTENS. DE CÁLCULO (A)	Fact. Correc. Tubo	Fact. Correc. Prof.	Fact. Correc. Agrup.	INTENS. ADMIS. (A)	SECC. (mm <sup>2</sup> )	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	
										% TRAMO	% ACUMUL.
0-1	5,7276	0,0162	0,0926	9,1642	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1958	0,1958
1-111	2,3400	0,0150	0,0351	3,7440	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0742	0,2700
111-110	2,1600	0,0150	0,0324	3,4560	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0685	0,3385
110-109	1,9800	0,0150	0,0297	3,1680	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0628	0,4013
109-108	1,8000	0,0150	0,0270	2,8800	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0571	0,4584
108-107	1,6200	0,0150	0,0243	2,5920	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0514	0,5098
107-106	1,4400	0,0150	0,0216	2,3040	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0457	0,5555
106-105	1,2600	0,0150	0,0189	2,0160	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0400	0,5955
105-104	1,0800	0,0150	0,0162	1,7280	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0343	0,6298
104-103	0,9000	0,0150	0,0135	1,4400	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0286	0,6583
103-102	0,7200	0,0150	0,0108	1,1520	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0228	0,6812
102-101	0,5400	0,0150	0,0081	0,8640	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0171	0,6983
101-100	0,3600	0,0150	0,0054	0,5760	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0114	0,7097
100-99	0,1800	0,0150	0,0027	0,2880	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0057	0,7154

**2.3.7. Resultados para el Ramal 2 correspondiente al Alumbrado Vial, alimentado por el CT1:**

TRAMO	POTENCIA TRAMO (kW)	LONG. (km)	MOMENTO ELÉCT. (kW·km)	INTENS. DE CÁLCULO (A)	Fact. Correc. Tubo	Factor Correc. Prof.	Fact. Correc. Agrup.	INTENS. ADMIS. (A)	SECC. (mm <sup>2</sup> )	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	
										% TRAMO	% ACUMUL.
0-1	5,7276	0,0162	0,0926	9,1642	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1958	0,1958
1-2	3,1061	0,0150	0,0466	4,9697	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0985	0,2943
2-3	2,9261	0,0276	0,0809	4,6817	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1711	0,4654
3-4	2,8246	0,0136	0,0384	4,5193	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0812	0,5466
4-5	2,7230	0,0136	0,0370	4,3569	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0783	0,6249
5-6	2,6446	0,0136	0,0360	4,2313	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0761	0,7010
6-7	2,6215	0,0136	0,0357	4,1944	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0754	0,7764
7-8	2,5200	0,1018	0,2566	4,0320	0,8	1,01	0,75	44	6	0,5427	1,3191
8-9	2,3400	0,0150	0,0351	3,7440	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0742	1,3933
9-10	2,1600	0,0150	0,0324	3,4560	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0685	1,4618
10-11	1,9800	0,0150	0,0297	3,1680	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0628	1,5247
11-12	1,8000	0,0150	0,0270	2,8800	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0571	1,5818
12-13	1,6200	0,0150	0,0243	2,5920	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0514	1,6332
13-14	1,4400	0,0150	0,0216	2,3040	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0457	1,6788
14-15	1,2600	0,0150	0,0189	2,0160	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0400	1,7188
15-16	1,0800	0,0150	0,0162	1,7280	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0343	1,7531
16-17	0,9000	0,0150	0,0135	1,4400	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0286	1,7816
17-18	0,7200	0,0150	0,0108	1,1520	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0228	1,8045
18-19	0,5400	0,0150	0,0081	0,8640	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0171	1,8216
19-20	0,3600	0,0150	0,0054	0,5760	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0114	1,8330
20-21	0,1800	0,0150	0,0027	0,2880	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0057	1,8387

**2.3.8. Resultados para el Ramal correspondiente al Alumbrado de Aparcamientos, alimentado por el CT1:**

TRAMO	POTENCIA TRAMO (kW)	LONG. (km)	MOMENTO ELÉCT. (kW·km)	INTENS. DE CÁLCULO (A)	Fact. Correc. Tubo	Factor Correc. Prof.	Fact. Correc. Agrup.	INTENS. ADMIS. (A)	SECC. (mm <sup>2</sup> )	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	
										% TRAMO	% ACUMUL.
0-22	2,5380	0,2500	0,6345	4,0608	0,8	1,01	0,75	44	6	1,3420	1,3420
22-23	2,4365	0,0180	0,0439	3,8984	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0928	1,4347
23-24	2,3350	0,0180	0,0420	3,7359	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0889	1,5236
24-25	2,2334	0,0180	0,0402	3,5735	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0850	1,6086
25-26	2,1319	0,0180	0,0384	3,4111	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0812	1,6898
26-27	2,0304	0,0180	0,0365	3,2486	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0773	1,7671
27-28	1,9289	0,0180	0,0347	3,0862	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0734	1,8405
28-29	1,8274	0,0180	0,0329	2,9238	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0696	1,9101
29-30	1,7258	0,0180	0,0311	2,7613	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0657	1,9758
30-31	1,6243	0,0180	0,0292	2,5989	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0618	2,0376
31-32	1,5228	0,0180	0,0274	2,4365	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0580	2,0956
32-33	1,4213	0,0180	0,0256	2,2740	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0541	2,1497
33-34	1,3198	0,0180	0,0238	2,1116	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0502	2,2000
34-35	1,2182	0,0180	0,0219	1,9492	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0464	2,2463
35-36	1,1167	0,0180	0,0201	1,7868	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0425	2,2889
36-37	1,0152	0,0180	0,0183	1,6243	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0386	2,3275
37-38	0,9137	0,0180	0,0164	1,4619	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0348	2,3623
38-39	0,8122	0,0180	0,0146	1,2995	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0309	2,3932
39-40	0,7106	0,0180	0,0128	1,1370	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0271	2,4203
40-41	0,6091	0,0180	0,0110	0,9746	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0232	2,4435
41-42	0,5076	0,0180	0,0091	0,8122	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0193	2,4628
42-43	0,4061	0,0180	0,0073	0,6497	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0155	2,4782
43-44	0,3046	0,0180	0,0055	0,4873	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0116	2,4898
44-45	0,2030	0,0180	0,0037	0,3249	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0077	2,4976
45-46	0,1015	0,0180	0,0018	0,1624	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0039	2,5014

## **2.4. Cálculo de las líneas de Alumbrado Vial y de la Zona de Aparcamientos alimentadas por el Centro de Transformación CT2:**

### **2.4.1. Acometida:**

Partirá del Centro de Transformación CT2, hasta la celda de seccionamiento, para poder así alimentar a los armarios de medida, maniobra y protección. Tendrá una sección de 3x240/240mm<sup>2</sup>Al. Es una acometida en bucle, ya que se aprovechará también para alimentar a una grúa situada en el muelle norte de Carboneras (Almería). Los resultados del cálculo de la sección se detallan en el punto 3.3 del presente documento.

### **2.4.2. Cálculo de la Línea General de Alimentación:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip. Tubos en montaje superficial o empotrados en obra.
- Longitud = 0,3 m; Cos  $\varphi$  = 0,9; Xu (m $\Omega$ /m) = 0;
- Potencia a instalar (Lámparas + Reactancias): (29 x 100) + (23 x 56,4) + (52 x 18) = 5133,2 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): (52 x 18) + 4197,2 · 1,8 = 8490,96 W (Coef. de Simultaneidad: 1).

$$I = 8490,96 / 1,732 \times 400 \times 0,9 = 13,62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc = 1) 60 A, según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (13,62/60)^2] = 42,57 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (42,57 - 20)] = 0,01959$$

$$K = 1 / 0,01959 = 51,04$$

$$e(\text{parcial}) = 0,3 \times 8490,96 / 51,04 \times 400 \times 10 = 0,0125 \text{ V} = 0\%$$

$$e(\text{total}) = 0\%. \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

Protección térmica:

Fusibles. In: 32 A

### **2.4.3. Cálculo de la Derivación Individual:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 0,3 m; Cos  $\varphi$  = 0,9; Xu (m $\Omega$ /m) = 0;
- Potencia a instalar (Lámparas + Reactancias): (29 x 100) + (23 x 56,4) + (52 x 18) = 5133,2 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): (52 x 18) + 4197,2 · 1,8 = 8490,96 W (Coef. de Simultaneidad: 1).

$$I = 8490,96 / 1,732 \times 400 \times 0,9 = 13,62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu  
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida -  
 I.ad. a 25°C (Fc = 1) 96 A, según ITC-BT-07  
 Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 32mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 25 + [(90 - 25) \cdot (13,62/96)^2] = 26,31 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (26,31 - 20)] = 0,01844$$

$$K = 1 / 0,01844 = 54,23$$

$$e(\text{parcial}) = 0,3 \times 8490,96 / 54,23 \times 400 \times 10 = 0,0117 \text{ V} = 0\%$$

$$e(\text{total}) = 0\%. \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 25 A.

Protección diferencial:

Relé Diferencial con reconexión automática. Reg: 30-300 mA

#### 2.4.4. Cálculo de la Línea de Suministro de Alumbrado Vial:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 27,6 m; Cos  $\varphi$  = 0,9; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: (29 x 100) = 2900 W.
- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44): 2900 x 1,8 = 5220 W (Coeficiente de Simultaneidad = 1 )

$$I = 5220 / 1,732 \times 400 \times 0,9 = 8,352 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.ad. a 40°C (Fc tubo = 0,8; Fc profundidad = 1,01; Fc agrupamiento = 0,75) = 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

$$e(\text{parcial}) = 2,115 \times 5220 \times 27,6 = 0,3047\%$$

$$e(\text{total}) = 0,3047 \%. \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

#### 2.4.5. Cálculo de la Línea de Suministro de Alumbrado para Aparcamientos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 37 m; Cos  $\varphi$  = 0,9; Xu (mΩ/m) = 0;
- Potencia a instalar: 23 x 56,4 = 1297,2 W.

- Potencia de cálculo (Según ITC-BT-44):  $1297,2 \times 1,8 = 2334,96 \text{ W}$  (Coeficiente de Simultaneidad = 1 )

$$I = 2334,96 / 1,732 \times 400 \times 0,9 = 3,736 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares  $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c \text{ tubo} = 0,8$ ;  $F_c \text{ profundidad} = 1,01$ ;  $F_c \text{ agrupamiento} = 0,75$ ) = 44 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

$$e(\text{parcial}) = 2,115 \times 2334,96 \times 37 = 0,1827\%$$

$$e(\text{total}) = 0,1827 \%. \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Magnético Tetrapolar: In. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Diferencial Tetrapolar: In. 25 A. Sensibilidad: 300 mA.

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos para cada tramo de la instalación, aplicando las fórmulas y condicionantes citados, según el esquema adjunto:

**2.4.6. Resultados para el Ramal correspondiente al Alumbrado Vial, alimentado por el CT2:**

TRAMO	POTENCIA TRAMO (kW)	LONG. (km)	MOMENTO ELÉCT. (kW·km)	INTENS. DE CÁLCULO (A)	Fact. Correc. Tubo	Factor Correc. Prof.	Fact. Correc. Agrup.	INTENS. ADMIS. (A)	SECC. (mm <sup>2</sup> )	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	
										% TRAMO	% ACUMUL.
0-70	5,2200	0,0276	0,1441	8,3520	0,8	1,01	0,75	44	6	0,3047	0,3047
70-71	5,0400	0,0150	0,0756	8,0640	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1599	0,4646
71-72	4,8600	0,0150	0,0729	7,7760	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1542	0,6188
72-73	4,6800	0,0150	0,0702	7,4880	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1485	0,7673
73-74	4,5000	0,0150	0,0675	7,2000	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1428	0,9100
74-75	4,3200	0,0150	0,0648	6,9120	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1371	1,0471
75-76	4,1400	0,0150	0,0621	6,6240	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1313	1,1784
76-77	3,9600	0,0150	0,0594	6,3360	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1256	1,3040
77-78	3,7800	0,0150	0,0567	6,0480	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1199	1,4240
78-79	3,6000	0,0150	0,0540	5,7600	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1142	1,5382
79-80	3,4200	0,0150	0,0513	5,4720	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1085	1,6467
80-81	3,2400	0,0150	0,0486	5,1840	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1028	1,7495
81-82	3,0600	0,0150	0,0459	4,8960	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0971	1,8465
82-83	2,8800	0,0150	0,0432	4,6080	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0914	1,9379
83-84	2,7000	0,0150	0,0405	4,3200	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0857	2,0236
84-85	2,5200	0,0150	0,0378	4,0320	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0799	2,1035
85-86	2,3400	0,0150	0,0351	3,7440	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0742	2,1778
86-87	2,1600	0,0150	0,0324	3,4560	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0685	2,2463
87-88	1,9800	0,0150	0,0297	3,1680	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0628	2,3091
88-89	1,8000	0,0150	0,0270	2,8800	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0571	2,3662
89-90	1,6200	0,0150	0,0243	2,5920	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0514	2,4176
90-91	1,4400	0,0150	0,0216	2,3040	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0457	2,4633
91-92	1,2600	0,0150	0,0189	2,0160	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0400	2,5033
92-93	1,0800	0,0150	0,0162	1,7280	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0343	2,5375
93-94	0,9000	0,0150	0,0135	1,4400	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0286	2,5661
94-95	0,7200	0,0150	0,0108	1,1520	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0228	2,5889
95-96	0,5400	0,0150	0,0081	0,8640	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0171	2,6060
96-97	0,3600	0,0150	0,0054	0,5760	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0114	2,6175
97-98	0,1800	0,0150	0,0027	0,2880	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0057	2,6232

**2.4.7. Resultados para el Ramal correspondiente al Alumbrado de Aparcamientos, alimentado por el CT2:**

TRAMO	POTENCIA TRAMO (kW)	LONG. (km)	MOMENTO ELÉCT. (kW·km)	INTENS. DE CÁLCULO (A)	Fact. Correc. Tubo	Factor Correc Prof.	Fact. Correc. Agrup.	INTENS. ADMIS. (A)	SECC. (mm <sup>2</sup> )	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	
										% TRAMO	% ACUMUL.
0-69	2,3350	0,0370	0,0864	3,7359	0,8	1,01	0,75	44	6	0,1827	0,1827
69-68	2,2334	0,0180	0,0402	3,5735	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0850	0,2677
68-67	2,1319	0,0180	0,0384	3,4111	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0812	0,3489
67-66	2,0304	0,0180	0,0365	3,2486	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0773	0,4262
66-65	1,9289	0,0180	0,0347	3,0862	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0734	0,4996
65-64	1,8274	0,0180	0,0329	2,9238	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0696	0,5692
64-63	1,7258	0,0180	0,0311	2,7613	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0657	0,6349
63-62	1,6243	0,0180	0,0292	2,5989	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0618	0,6967
62-61	1,5228	0,0180	0,0274	2,4365	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0580	0,7547
61-60	1,4213	0,0180	0,0256	2,2740	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0541	0,8088
60-59	1,3198	0,0180	0,0238	2,1116	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0502	0,8591
59-58	1,2182	0,0180	0,0219	1,9492	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0464	0,9055
58-57	1,1167	0,0180	0,0201	1,7868	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0425	0,9480
57-56	1,0152	0,0180	0,0183	1,6243	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0386	0,9866
56-55	0,9137	0,0180	0,0164	1,4619	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0348	1,0214
55-54	0,8122	0,0180	0,0146	1,2995	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0309	1,0523
54-53	0,7106	0,0180	0,0128	1,1370	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0271	1,0794
53-52	0,6091	0,0180	0,0110	0,9746	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0232	1,1026
52-51	0,5076	0,0180	0,0091	0,8122	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0193	1,1219
51-50	0,4061	0,0180	0,0073	0,6497	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0155	1,1373
50-49	0,3046	0,0180	0,0055	0,4873	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0116	1,1489
49-48	0,2030	0,0180	0,0037	0,3249	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0077	1,1567
48-47	0,1015	0,0180	0,0018	0,1624	0,8	1,01	0,75	44	6	0,0039	1,1605



### **2.5. Cálculos luminotécnicos:**

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas en el apartado 5 de la MEMORIA, se efectúa el correspondiente cálculo luminotécnico mediante el programa Dialux.

Para cada zona de características similares se toma una porción de la calzada o zona de aparcamientos a estudiar, de forma que sea suficientemente significativa para obtener valores medios, basándonos en la repetitividad de las condiciones geométricas de la instalación.

El cálculo tiene en cuenta el citado factor de mantenimiento (0,8), así como los valores de iluminancia (deslumbramiento) y luminancia que se requieren en función del tipo de uso en cada caso.

El resumen de los resultados obtenidos para esta instalación se puede consultar en el anexo adjunto a este proyecto.

### **3. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LAS DOS GRÚAS PORTUARIAS SITUADAS EN EL MUELLE ESTE Y EN EL MUELLE NORTE:**

#### **3.1. Potencia de cada grúa:**

Tipo cal.	Accionamiento	Pot. Conocida	KW/KVA	Rendimiento
P	Motor Elevación	30,00	KW	0,9
P	Resistencia Frenado Motor Elevación	2,00	KW	0,6
P	Freno Elevación	1,00	KW	0,88
P	Motor Alcance	30,00	KW	0,85
P	Resistencia Frenado Motor Alcance	2,00	KW	0,6
P	Freno Alcance	1,00	KW	0,88
P	Motor Giro	5,50	KW	0,89
P	Resistencia Frenado Motor Giro	2,00	KW	0,6
P	Freno Giro	1,00	KW	0,88
P	Caldeo Motor Elevación	0,10	KW	0,8
P	Caldeo Motor Alcance	0,10	KW	0,8
P	Caldeo Motor Giro	0,10	KW	0,8
P	Aire Acondicionado Cabina Superior	1,56	KW	0,82
P	Alumbrado Cabina Operador	0,08	KW	0,6
P	Alumbrado Sala Máquinas	0,16	KW	0,6
P	Alumbrado Ent Sala Máquinas y Cabina	0,10	KW	0,5
P	Alumbrado Accesos	0,30	KW	0,5
P	Proyectores Zona Cargador	0,80	KW	0,8
P	Toma Corrientes en Zona Cargador	2,50	KW	1
P	Ojo de Buey Plat Sup Grúa	0,10	KW	0,9
P	Proyector en Grúa	0,40	KW	0,9
P	Alimentación Cuadro Cabina Operador	6,00	KW	0,9
P	Alimentación Remota PLC	1,00	KW	0,8
P	Alimentación Equipo Limitador de Carga	0,30	KW	0,8
P	Alimentación Mando por Radio	0,30	KW	0,8
P	Trafo servicios aux. 10 KVA	8,00	KW	0,95
P	Toma Soldadura	25,00	KW	0,8
<b>TOTAL INSTALADA</b>		<b>121,40 KW</b>		

#### **3.2. Acometida Grúa Muelle Este desde CT1:**

Tenemos una carga distribuida por la línea (alumbrado vial y aparcamientos + grúa), por lo que a efectos de cálculo vamos a realizar una simplificación, que será suponer la carga de alumbrado vial y de aparcamientos al final de la línea, junto con la carga de la grúa. La potencia del alumbrado se puede observar en el punto 2.3 del presente documento. En los planos adjuntos podemos ver la disposición de las cargas.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Directamente Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 382 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar:  $121400 + 5654 = 127054 \text{ W}$ .
- Potencia de cálculo (según ITC- BT-47 e ITC-BT-44):  $[(1,25 \cdot 30000) + (35500)] + (1,8 \cdot 640) + 55260 + 9327,6 = 138739,6 \text{ W}$  (Coef. de Simultaneidad: 1).

$$I = 138739,6 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 250,324 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x240/240mm<sup>2</sup>Al

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C ( $F_c=0,8$ ) 344 A, según ITC-BT-07

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 225mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 25 + [(90 - 25) \cdot (250,324/430)^2] = 47,03 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,029 \cdot [1 + 0,00403 \cdot (47,03 - 20)] = 0,03216$$

$$K = 1 / 0,03216 = 31,09$$

$$e(\text{parcial}) = 382 \times 138739,6 / 31,09 \times 400 \times 240 = 17,75 \text{ V} = 4,44\%$$

$$e(\text{total}) = 4,44\%. \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

### **3.3. Acometida Grúa Muelle Norte desde CT2:**

Tenemos una carga distribuida por la línea (alumbrado vial y aparcamientos + grúa), por lo que a efectos de cálculo vamos a realizar una simplificación, que será suponer la carga de alumbrado vial y de aparcamientos al final de la línea, junto con la carga de la grúa. La potencia del alumbrado se puede observar en el punto 2.4 del presente documento. En los planos adjuntos podemos ver la disposición de las cargas.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Directamente Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud = 304 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Potencia a instalar:  $121400 + 5133,2 = 126533,2 \text{ W}$ .
- Potencia de cálculo (según ITC- BT-47 e ITC-BT-44):  $[(1,25 \cdot 30000) + (35500)] + (1,8 \cdot 640) + 55260 + 8490,96 = 137902,96 \text{ W}$  (Coef. de Simultaneidad: 1).

$$I = 137902,96 / 1,732 \times 400 \times 0,8 = 248,814 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x240/240mm<sup>2</sup>Al

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C ( $F_c=0,8$ ) 344 A, según ITC-BT-07

Diámetro exterior del tubo (según ITC-BT-21) = 225mm.

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 25 + [(90 - 25) \cdot (248,81/430)^2] = 46,76 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,029 \cdot [1 + 0,00403 \cdot (46,76 - 20)] = 0,03213$$

$$K = 1 / 0,03213 = 31,125$$

$$e(\text{parcial}) = 304 \times 137902,96 / 31,125 \times 400 \times 240 = 14,03 \text{ V} = 3,51\%$$

$$e(\text{total}) = 3,51\%. \text{ ADMIS (4,5\% MAX.)}$$

### **3.4. Cálculo de las secciones correspondientes a la instalación eléctrica de cada grúa:**

Debido a que ambas grúas son exactamente iguales y tienen la misma instalación eléctrica, solamente se detallarán los cálculos para una de ellas.

#### **3.4.1. Cálculo de la línea de alimentación al motor de elevación:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 90 %
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: 30000 W.

$$I = 30000 / 0,9 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 60,14 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 144 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (60,14 / 144)^2] = 48,94 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (48,94 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,89$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30000 / 49,89 \times 400 \times 35 = 0,086 \text{ V} = 0,021\%$$

$$e(\text{total}) = 0,021 \text{ \% ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

#### **3.4.2. Cálculo de la línea de alimentación a la resistencia de frenado del motor de elevación:**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,5 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 60 %
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I = 2000 / 0,6 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 6,01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (6,01 / 29)^2] = 42,15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (42,15 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,89$$

$e(\text{parcial}) = 2,5 \times 2000 / 49,89 \times 400 \times 2,5 = 0,1 \text{ V} = 0,025\%$   
 $e(\text{total}) = 0,025 \text{ \%}$ . ADMIS (6,5% MAX.)

### 3.4.3. Cálculo de la línea de alimentación al freno del motor de elevación:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,5 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 88 %
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / 0,88 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 2,05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (2,05 / 29)^2] = 41,15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,15 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,89$$

$$e(\text{parcial}) = 2,5 \times 2000 / 49,89 \times 400 \times 2,5 = 0,1 \text{ V} = 0,025\%$$

$$e(\text{total}) = 0,025 \text{ \%}$$
. ADMIS (6,5% MAX.)

### 3.4.4. Cálculo de la línea de alimentación al motor de alcance:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,3 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 85 %
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: 30000 W.

$$I = 30000 / 0,85 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 63,68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 144 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (63,68 / 144)^2] = 49,01 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (49,01 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,89$$

$$e(\text{parcial}) = 2,3 \times 30000 / 49,89 \times 400 \times 35 = 0,098 \text{ V} = 0,024\%$$

$$e(\text{total}) = 0,024 \text{ \%}$$
. ADMIS (6,5% MAX.)

### 3.4.5. Cálculo de la línea de alimentación a la resistencia de frenado del motor de alcance:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,5 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 60 %
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I = 2000 / 0,6 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 6,01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (6,01 / 29)^2] = 42,15 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (42,15 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,89$$

$$e(\text{parcial}) = 2,5 \times 2000 / 49,89 \times 400 \times 2,5 = 0,1 \text{ V} = 0,025\%$$

$$e(\text{total}) = 0,025 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.6. Cálculo de la línea de alimentación al freno del motor de alcance:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,5 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 88 %
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / 0,88 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 2,05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (2,05 / 29)^2] = 41,15 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (42,15 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,89$$

$$e(\text{parcial}) = 2,5 \times 2000 / 49,89 \times 400 \times 2,5 = 0,1 \text{ V} = 0,025\%$$

$$e(\text{total}) = 0,025 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.7. Cálculo de la línea de alimentación al motor de giro:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,6 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 89 %
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: 5500 W.

$$I = 5500 / 0,89 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 11,15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (11,15 / 38)^2] = 44,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,3 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,28$$

$$e(\text{parcial}) = 2,6 \times 5500 / 51,28 \times 400 \times 4 = 0,174 \text{ V} = 0,0435\%$$

$$e(\text{total}) = 0,0435 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.8. Cálculo de la línea de alimentación a la resistencia de frenado del motor de giro:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,5 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 60 %
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I = 2000 / 0,6 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 6,01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (6,01 / 29)^2] = 42,15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (42,15 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,89$$

$$e(\text{parcial}) = 2,5 \times 2000 / 49,89 \times 400 \times 2,5 = 0,1 \text{ V} = 0,025\%$$

$$e(\text{total}) = 0,025 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.9. Cálculo de la línea de alimentación al freno del motor de giro:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,5 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 88 %
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / 0,88 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 2,05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (2,05 / 29)^2] = 41,15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,15 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,89$$

$$e(\text{parcial}) = 2,5 \times 2000 / 49,89 \times 400 \times 2,5 = 0,1 \text{ V} = 0,025\%$$

$$e(\text{total}) = 0,025 \text{ \% ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.10. Cálculo de la línea de alimentación al caldeo del motor de elevación:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 80 %
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

$$I = 100 / 0,8 \times 230 \times 0,8 = 0,68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,68 / 33)^2] = 40,02 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,02 - 20)] = 0,0194$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,51$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 100 / 51,51 \times 230 \times 2,5 = 0,017 \text{ V} = 0,007\%$$

$$e(\text{total}) = 0,13 \text{ \% ADMIS (6,5\% MAX.)}$$



### 3.4.11. Cálculo de la línea de alimentación al caldeo del motor de alcance:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,5 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 80 %
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

$$I = 100 / 0,8 \times 230 \times 0,8 = 0,68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C ( $F_c=1$ ) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,68 / 33)^2] = 40,02 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,02 - 20)] = 0,0194$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,51$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2,5 \times 100 / 51,51 \times 230 \times 2,5 = 0,017 \text{ V} = 0,007\%$$

$$e(\text{total}) = 0,13 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.12. Cálculo de la línea de alimentación al caldeo del motor de giro:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2,6 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 80 %
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

$$I = 100 / 0,8 \times 230 \times 0,8 = 0,68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C ( $F_c=1$ ) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (0,68 / 33)^2] = 40,02 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,02 - 20)] = 0,0194$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,51$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2,6 \times 100 / 51,51 \times 230 \times 2,5 = 0,017 \text{ V} = 0,007\%$$

$$e(\text{total}) = 0,13 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.13. Cálculo de la línea de alimentación al aire acondicionado de la cabina superior:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 5 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 82 %
- Potencia a instalar: 1560 W.
- Potencia de cálculo: 1560 W.

$$I = 1560 / 0,82 \times 230 \times 0,8 = 10,34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 45 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (10,34 / 45)^2] = 42,64 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (42,64 - 20)] = 0,0196$$

$$K = 1 / 0,0196 = 51,02$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 1560 / 51,51 \times 230 \times 2,5 = 0,527 \text{ V} = 0,23\%$$

$$e(\text{total}) = 0,23 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.14. Cálculo de la línea de alimentación al alumbrado de la cabina del operador:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 5 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 60 %
- Potencia a instalar: 80 W.
- Potencia de cálculo: 144 W.

$$I = 144 / 0,6 \times 230 \times 0,8 = 1,3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (1,3 / 33)^2] = 41,02 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,02 - 20)] = 0,0194$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,51$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 144 / 51,51 \times 230 \times 2,5 = 0,048 \text{ V} = 0,021\%$$

$$e(\text{total}) = 0,021 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.15. Cálculo de la línea de alimentación al alumbrado de la sala de máquinas:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 60 %
- Potencia a instalar: 160 W.
- Potencia de cálculo: 288 W.

$$I = 288 / 0,6 \times 230 \times 0,8 = 2,61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C ( $F_c=1$ ) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (2,61 / 33)^2] = 41,63 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,63 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,5$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 288 / 51,5 \times 230 \times 2,5 = 0,019 \text{ V} = 0,008\%$$

$$e(\text{total}) = 0,008 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.16. Cálculo de la línea de alimentación al alumbrado de entrada a la sala de máquinas y a la cabina:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 50 %
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 180 W.

$$I = 180 / 0,5 \times 230 \times 0,8 = 1,96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C ( $F_c=1$ ) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (1,96 / 33)^2] = 41,08 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,08 - 20)] = 0,0194$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,51$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 180 / 51,51 \times 230 \times 2,5 = 0,012 \text{ V} = 0,005\%$$

$$e(\text{total}) = 0,005 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.17. Cálculo de la línea de alimentación al alumbrado de accesos:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 1 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 50 %
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 540 W.

$$I = 540 / 0,5 \times 230 \times 0,8 = 5,87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C ( $F_c=1$ ) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (5,87 / 33)^2] = 40,84 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,84 - 20)] = 0,0196$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,02$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 540 / 51,02 \times 230 \times 2,5 = 0,037 \text{ V} = 0,016\%$$

$$e(\text{total}) = 0,016 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.18. Cálculo de la línea de alimentación a los proyectores de la zona del cargador:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 6 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 80 %
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: 1440 W.

$$I = 1440 / 0,8 \times 230 \times 0,8 = 5,43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C ( $F_c=1$ ) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (5,43 / 33)^2] = 40,84 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,84 - 20)] = 0,0196$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,02$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 1440 / 51,02 \times 230 \times 2,5 = 0,589 \text{ V} = 0,256\%$$

$$e(\text{total}) = 0,256 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

#### 3.4.19. Cálculo de la línea de alimentación a la toma de corrientes de la zona del cargador:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 6 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 100 %
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I = 2500 / 1 \times 230 \times 0,8 = 13,59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (13,59 / 33)^2] = 48,48 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (48,48 - 20)] = 0,02$$

$$K = 1 / 0,02 = 49,47$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 2500 / 49,47 \times 230 \times 2,5 = 1,054 \text{ V} = 0,46\%$$

$$e(\text{total}) = 0,46 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

#### 3.4.20. Cálculo de la línea de alimentación al ojo de buey de la plataforma superior de la grúa:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 7 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 90 %
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 180 W.

$$I = 180 / 0,9 \times 230 \times 0,8 = 1,09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (1,09 / 33)^2] = 41,05 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,05 - 20)] = 0,0198$$

$$K = 1 / 0,0198 = 50,54$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 7 \times 180 / 50,54 \times 230 \times 2,5 = 0,086 \text{ V} = 0,038\%$$

$$e(\text{total}) = 0,038 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.21. Cálculo de la línea de alimentación al proyector de la grúa:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 7 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 90 %
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: 720 W.

$$I = 720 / 0,9 \times 230 \times 0,8 = 4,35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C ( $F_c=1$ ) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (4,35 / 33)^2] = 40,95 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,95 - 20)] = 0,0197$$

$$K = 1 / 0,0197 = 50,58$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 7 \times 720 / 50,58 \times 230 \times 2,5 = 0,34 \text{ V} = 0,15\%$$

$$e(\text{total}) = 0,15 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.22. Cálculo de la línea de alimentación al cuadro de la cabina del operador:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 90 %
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I = 6000 / 0,9 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 12,03 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C ( $F_c=1$ ) 38 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (12,03 / 38)^2] = 44,3 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (44,3 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,28$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 6000 / 51,28 \times 400 \times 4 = 0,146 \text{ V} = 0,036\%$$

$$e(\text{total}) = 0,036 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### 3.4.23. Cálculo de la línea de alimentación a la remota del PLC:

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 80 %
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / 0,8 \times 230 \times 0,8 = 6,79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (6,79 / 33)^2] = 41,74 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (41,74 - 20)] = 0,0198$$

$$K = 1 / 0,0198 = 50,65$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 1000 / 50,65 \times 230 \times 2,5 = 0,137 \text{ V} = 0,059\%$$

$$e(\text{total}) = 0,059 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

#### 3.4.24. Cálculo de la línea de alimentación al equipo limitador de carga:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 80 %
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I = 300 / 0,8 \times 230 \times 0,8 = 2,04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (2,04 / 33)^2] = 40,19 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,19 - 20)] = 0,0194$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 300 / 51,48 \times 230 \times 2,5 = 0,04 \text{ V} = 0,017\%$$

$$e(\text{total}) = 0,017 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

#### 3.4.25. Cálculo de la línea de alimentación al radio mando:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 3 m;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $X_u \text{ (m}\Omega\text{/m)} = 0$ ;
- Rendimiento: 80 %

- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I = 300 / 0,8 \times 230 \times 0,8 = 2,04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2,5+TTx2,5mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (2,04 / 33)^2] = 40,19 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (40,19 - 20)] = 0,0194$$

$$K = 1 / 0,0194 = 51,48$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 3 \times 300 / 51,48 \times 230 \times 2,5 = 0,05 \text{ V} = 0,022\%$$

$$e(\text{total}) = 0,022 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

#### 3.4.26. Cálculo de la línea de alimentación al transformador de servicios auxiliares:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 1 m; Cos φ = 0,8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Rendimiento: 95 %
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: 8000 W.

$$I = 8000 / 0,95 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 15,19 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (15,19 / 38)^2] = 45,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (45,3 - 20)] = 0,0195$$

$$K = 1 / 0,0195 = 51,28$$

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 8000 / 51,28 \times 400 \times 4 = 0,097 \text{ V} = 0,024\%$$

$$e(\text{total}) = 0,024 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

#### 3.4.27. Cálculo de la línea de alimentación a la toma de soldadura:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E- Multiconductores al aire libre
- Longitud = 2 m; Cos φ = 0,8; Xu (mΩ/m) = 0;
- Rendimiento: 80 %
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: 25000 W.



$$I = 25000 / 0,8 \times 1,732 \times 400 \times 0,8 = 56,38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS+) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego

I.admisible a 40°C (Fc=1) 116 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

$$\text{Temperatura cable} = 40 + [(90 - 40) \cdot (56,38 / 116)^2] = 51,81 \text{ °C}$$

$$r = 0,018 \cdot [1 + 0,00392 \cdot (51,81 - 20)] = 0,0202$$

$$K = 1 / 0,0202 = 49,39$$

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 25000 / 49,39 \times 400 \times 4 = 0,632 \text{ V} = 0,158\%$$

$$e(\text{total}) = 0,158 \text{ \%. ADMIS (6,5\% MAX.)}$$

### **3.5. Resumen de los cálculos:**

Tipo cal.	Accionamiento	Pot. Conocida	KW/KVA	Rendimiento	Tensión	I. calculada	Sección (mm <sup>2</sup> )
P	Motor Elevación	30,00	KW	0,9	400	60,14	35
P	Resistencia Frenado Motor Elevación	2,00	KW	0,6	400	6,01	2,5
P	Freno Elevación	1,00	KW	0,88	400	2,05	2,5
P	Motor Alcance	30,00	KW	0,85	400	63,68	35
P	Resistencia Frenado Motor Alcance	2,00	KW	0,6	400	6,01	2,5
P	Freno Alcance	1,00	KW	0,88	400	2,05	2,5
P	Motor Giro	5,50	KW	0,89	400	11,15	4
P	Resistencia Frenado Motor Giro	2,00	KW	0,6	400	6,01	2,5
P	Freno Giro	1,00	KW	0,88	400	2,05	2,5
P	Caldeo Motor Elevación	0,10	KW	0,8	230	0,68	2,5
P	Caldeo Motor Alcance	0,10	KW	0,8	230	0,68	2,5
P	Caldeo Motor Giro	0,10	KW	0,8	230	0,68	2,5
P	Aire Acondicionado Cabina Superior	1,56	KW	0,82	230	10,34	4
P	Alumbrado Cabina Operador	0,08	KW	0,6	230	1,30	2,5
P	Alumbrado Sala Máquinas	0,16	KW	0,6	230	2,61	2,5
P	Alumbrado Ent Sala Máquinas y Cabina	0,10	KW	0,5	230	1,96	2,5
P	Alumbrado Accesos	0,30	KW	0,5	230	5,87	2,5
P	Proyectores Zona Cargador	0,80	KW	0,8	230	5,43	2,5
P	Toma Corrientes en Zona Cargador	2,50	KW	1	230	13,59	2,5
P	Ojo de Buey Plat Sup Grúa	0,10	KW	0,9	230	1,09	2,5
P	Proyector en Grúa	0,40	KW	0,9	230	4,35	2,5
P	Alimentación Cuadro Cabina Operador	6,00	KW	0,9	400	12,03	4
P	Alimentación Remota PLC	1,00	KW	0,8	230	6,79	2,5
P	Alimentación Equipo Limitador de Carga	0,30	KW	0,8	230	2,04	2,5
P	Alimentación Mando por Radio	0,30	KW	0,8	230	2,04	2,5
P	Trafo servicios aux. 10 KVA	8,00	KW	0,95	400	15,19	4
P	Toma Soldadura	25,00	KW	0,8	400	56,38	25

#### **4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1:**

##### **4.1. Intensidad de Alta Tensión:**

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA

U = Tensión compuesta primaria en kilovoltios = 25 kV

$I_p$  = Intensidad primaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	$I_p$ (A)
-----	-----
250	5.77
250	5.77

Siendo la intensidad total primaria de 11.55 Amperios.

##### **4.2. Intensidad de Baja Tensión:**

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro

$W_{cu}$  = Pérdidas en los arrollamientos

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV

$I_s$  = Intensidad secundaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	$I_s$ (A)
-----	-----
250	354.67
250	354.67

#### **4.3. Cortocircuitos:**

##### **4.3.1. Observaciones:**

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

##### **4.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito:**

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U$  = Tensión primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular, ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc}$  = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

$U_s$  = Tensión secundaria en carga en voltios.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

##### **4.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión:**

Utilizamos la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500$  MVA y  $U = 25$  kV

Sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 11.55 \text{ kA}$$

#### 4.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión:

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	U <sub>cc</sub> (%)	I <sub>ccs</sub> (kA)
250	4.5	8.02
250	4.5	8.02

Siendo:

U<sub>cc</sub>: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.

I<sub>ccs</sub>: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

#### 4.4. Dimensionado del Embarrado:

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en la memoria como en las placas de características de las celdas.

##### 4.4.1. Comprobación por densidad de corriente:

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por él circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo CAS-36 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza que cumplen con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 9701B025-A7-EB-03 realizado por LABEIN.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza que cumplen con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 96093272 realizado por L.C.O.E.

##### 4.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces

de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fases.

Para las celdas modelo CAS-36 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza que cumplen con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 9701B025-A7-EB-01 realizado por LABEIN.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza que cumplen con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 960125-BH-01 realizado por LABEIN.

#### **4.4.3. Comprobación por solicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible:**

La comprobación por solicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo CAS-36 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza que cumplen con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 9701B025-A7-EB-01 realizado por LABEIN.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza que cumplen con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 960125-BH-01 realizado por LABEIN.

#### **4.5. Selección de las protecciones de Alta y Baja tensión:**

- ALTA TENSIÓN:

No se instalarán fusibles de alta tensión al utilizar como interruptor de protección un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

- BAJA TENSIÓN:

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. se detallan en los cálculos de las diferentes instalaciones alimentadas por este Centro de Transformación.

#### **4.6. Dimensionado de la ventilación del C.T.:**

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHM36 están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LABEIN con número de informe 9701B024-CP-EB-01(v03).

#### **4.7. Dimensiones del pozo apagafuegos:**

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del Transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
250	251
250	251

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado tiene una capacidad de 600 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

#### **4.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra:**

##### **4.8.1. Investigación de las características del suelo:**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 200  $\Omega \cdot m$ .

##### **4.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto:**

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Compañía Sevillana de Electricidad (C.S.E.)), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 1 s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionados por la Compañía son:

$$K = 78.5 \text{ y } n = 0.18$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$R_n = 50 \text{ W}$  y  $X_n = 0 \text{ W}$ . Con:

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto, igual a:

$$I_d(\text{máx}) = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_n}$$

Donde  $U_s = 25 \text{ kV}$ , con lo que el valor obtenido es  $I_d = 288.68 \text{ A}$ , valor que la Compañía redondea a 300 A.

#### 4.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra:

##### ➤ TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \, \Omega / (\Omega \cdot \text{m})$$

$$K_p = 0.012 \, \text{V} / (\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{A})$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de  $50 \text{ mm}^2$  de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

##### ➤ TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda

de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \, \Omega / (\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0.012 \, V / (\Omega \cdot m \cdot A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (= 37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

Dicha separación está calculada en el apartado 4.8.8.

#### **4.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras:**

##### **➤ TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :



$$R_t = K_r \cdot \sigma$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_s V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde  $U_s = 25 \text{ kV}$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d \cdot R_t$$

- Siendo:

$$\sigma = 200 \Omega \cdot \text{m}$$

$$K_r = 0.073 \Omega / (\Omega \cdot \text{m})$$

Se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 14.6 \Omega$$

$$I_d = 223.43 \text{ A}$$

$$U_d = 3262.1 \text{ V}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de 4000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

#### ➤ TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r \cdot \sigma = 0.073 \cdot 200 = 14.6 \Omega$$

Como podemos ver es inferior a  $37 \Omega$

#### 4.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación:

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de

contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.012 \cdot 200 \cdot 223.43 = 536.2 \text{ V}$$

#### **4.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación:**

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad de éstos.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 14.6 \cdot 223.43 = 3262.1 \text{ V}$$

#### **4.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.**

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

$U_{ca}$  = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios

$K = 78.5$

$n = 0.18$

$t$  = Duración de la falta en segundos: 1 s

Obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 78.5 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$U_p$  = Tensiones de paso en Voltios

$K = 78.5$

$n = 0.18$

$t$  = Duración de la falta en segundos: 1 s

$\sigma$  = Resistividad del terreno

$\sigma_h$  = Resistividad del hormigón = 3.000  $\Omega \cdot m$

Obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 1727 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 8321 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 536.2 \text{ V} < U_p(\text{exterior}) = 1727 \text{ V}$$

- en el acceso al C.T:

$$U_d = 3262.1 \text{ V} < U_p(\text{acceso}) = 8321 \text{ V}$$

#### 4.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior:

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{\min}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2000 \cdot \pi}$$

Con:

$$\sigma = 200 \, \Omega \cdot \text{m}$$

$$I_d = 223.43 \, \text{A}$$

Obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\min} = 7.11 \, \text{m}$$

#### 4.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo:

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

**5. CÁLCULO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EXISTENTE ENTRE EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1 Y EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2:**

**5.1. Consideraciones principales:**

Se tomarán las intensidades máximas admisibles dadas por el fabricante del cable.

Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

- a) Tres cables unipolares en haz.
- b) Enterrados a una profundidad de 1 metro en terreno de resistividad térmica de 1 K·m/W
- c) Temperatura máxima del conductor 105 °C
- d) Temperatura del terreno 25 °C

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1. Intensidad máxima admisible por el cable.
- 2. Caída de tensión (valor máximo admisible 5%).
- 3. Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.
- 4. La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en la siguiente tabla o en los datos suministrados por el fabricante:

TENSIÓN NOMINAL U <sub>0</sub> /U kV	SECCIÓN NOMINAL DE LOS CONDUCTORES mm <sup>2</sup>	INTENSIDAD 3 UNIPOLARES
12/20	150	330
	240	435
	400	560
18/30	150	330
	240	435
	400	560

En un principio se elegirá un cable con una sección de 3x150 mm<sup>2</sup> Al, con una tensión nominal de 18/30 kV. Vamos a comprobar si cumple con las condiciones indicadas anteriormente:

### **5.2. Comprobación de la sección según la intensidad máxima admisible:**

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

I = Intensidad en A

S = Potencia en kVA

U = Tensión en kV

Sustituyendo valores obtenemos la siguiente intensidad máxima a transportar:

$$I = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 25} = 5,77 \text{ A} < 0,8 \cdot 330 \text{ A}$$

Valor muy inferior a la intensidad que soporta el cable aplicando el coeficiente corrector por ir bajo tubo ( $0,8 \cdot 230 \text{ A}$ ).

La potencia máxima a transportar por líneas de  $150 \text{ mm}^2$  de sección, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot F_c \cdot \cos \varphi$$

Donde  $F_c$  es el factor de corrección de 0,8 para el caso de una línea con cable tripolar, o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo. Sustituyendo los valores obtenemos la siguiente potencia.

$$P = \sqrt{3} \cdot 25 \cdot 330 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 10288,08 \text{ kW} = 10,288 \text{ MW}$$

Potencia más que suficiente para poder alimentar a nuestro Centro de Transformación CT2.

### **5.3. Comprobación de la sección según la caída de tensión:**

En la siguiente tabla se pueden observar, para distintas secciones, los valores de resistencias, reactancias y capacidades suministrados por el fabricante:

TENSIÓN NOMINAL kV	SECCIÓN $\text{mm}^2$	RESISTENCIA MÁXIMA A 105°C $\Omega/\text{km}$	REACTANCIA POR FASE $\Omega/\text{km}$	CAPACIDAD $\mu/\text{km}$
12/20	150	0,277	0,112	0,368
	240	0,169	0,105	0,453
	400	0,107	0,098	0,536
18/30	150	0,277	0,121	0,266
	240	0,169	0,113	0,338
	400	0,107	0,106	0,401

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Y la caída de tensión porcentual vendrá dada por:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U}{10 \cdot U}$$

Donde:

$\Delta U$  = Caída de tensión en V

$\Delta U$  (%) = Caída de tensión en tanto por ciento

I = Intensidad en A

L = Longitud de la línea en km = 742 m

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{Km}$

X = Reactancia a frecuencia de 50 Hz en  $\Omega/\text{Km}$

U = Tensión compuesta en kV

$\cos \varphi$  = Factor de potencia = 0,9

$\sin \varphi$  = 0,436

La caída de tensión será:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 5,77 \cdot 0,742 \cdot (0,277 \cdot 0,9 + 0,121 \cdot 0,436) = 2,2398 \text{ V}$$

Y la caída de tensión porcentual será:

$$\Delta U(\%) = \frac{2,2398}{10 \cdot 25} = 0,0089 \%$$

#### **5.4. Comprobación de la sección según la intensidad de cortocircuito:**

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la potencia de cortocircuito  $P_{cc}$  existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito, que viene dada por la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{U \cdot \sqrt{3}}$$

La potencia de cortocircuito en el punto de conexión de la red de Media Tensión, según los datos de la compañía suministradora, es de 350 MVA. Sustituyendo valores en la ecuación anterior obtendremos un valor de intensidad de cortocircuito de:

$$I_{cc} = \frac{500}{25 \cdot \sqrt{3}} = 11,55 \text{ kA}$$

La sección mínima se calculará de acuerdo con la siguiente tabla, en la que se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito:

Tipo de Aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito t en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	150	44,7	31,6	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
	240	71,5	50,6	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
	400	119,2	84,4	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

Observando que el valor obtenido de 11,55 kA cumple con los valores mostrados en la tabla anterior para los tiempos de cortocircuito de hasta 1,5 segundos.

Como podemos ver, nuestro cable cumple sobradamente con las tres consideraciones anteriores.



## **6. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2:**

### **6.1. Intensidad de Alta Tensión:**

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA

U = Tensión compuesta primaria en kilovoltios = 25 kV

$I_p$  = Intensidad primaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	$I_p$ (A)
-----	-----
250	5.77

Siendo la intensidad total primaria de 5.77 Amperios.

### **6.2. Intensidad de Baja Tensión:**

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro

$W_{cu}$  = Pérdidas en los arrollamientos

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV

$I_s$  = Intensidad secundaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	$I_s$ (A)
-----	-----
250	354.67

### **6.3. Cortocircuitos:**

#### **6.3.1. Observaciones:**

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

#### **6.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito:**

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U$  = Tensión primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular, ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc}$  = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

$U_s$  = Tensión secundaria en carga en voltios.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

#### **6.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión:**

Utilizamos la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500$  MVA y  $U = 25$  kV

Sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 11.55 \text{ kA}$$

#### 6.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión:

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	U <sub>cc</sub> (%)	I <sub>ccs</sub> (kA)
250	4.5	8.02

Siendo:

U<sub>cc</sub>: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.

I<sub>ccs</sub>: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

#### **6.4. Dimensionado del Embarrado:**

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en la memoria como en las placas de características de las celdas.

##### **6.4.1. Comprobación por densidad de corriente:**

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por él circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza que cumplen con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 96093272 realizado por L.C.O.E.

##### **6.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.**

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fases.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza que cumplen con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 960125-BH-01 realizado por L.A.B.E.I.N.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40 kA.

#### **6.4.3. Comprobación por solicitud térmica. Sobreintensidad térmica admisible:**

La comprobación por solicitud térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza que cumplen con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 960125-BH-01 realizado por LABEIN.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA durante 1 segundo.

#### **6.5. Selección de las protecciones de Alta y Baja tensión:**

##### **▪ ALTA TENSIÓN:**

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundos es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá, por tanto, en función de la potencia del transformador a proteger.

Potencia del Transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
250	20

##### **▪ BAJA TENSIÓN:**

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. se detallan en los cálculos de las diferentes instalaciones alimentadas por este Centro de Transformación.

#### **6.6. Dimensionado de la ventilación del C.T:**

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHM36 están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en Labein con número de informe 9701B024-CP-EB-01(v03).

#### **6.7. Dimensiones del pozo apagafuegos:**

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del Transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
250	251

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado tiene una capacidad de 600 litros para el transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

#### **6.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra:**

##### **6.8.1. Investigación de las características del suelo:**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 200  $\Omega \cdot m$ .

##### **6.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto:**

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Compañía Sevillana de Electricidad (C.S.E.)), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 1 s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionados por la Compañía son:

$$K = 78.5 \text{ y } n = 0.18$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$R_n = 50 \text{ W}$  y  $X_n = 0 \text{ W}$ . Con:

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto, igual a:

$$I_d(máx) = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_n}$$

Donde  $U_s = 25$  kV, con lo que el valor obtenido es  $I_d = 288.68$  A, valor que la Compañía redondea a 300 A.

### 6.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra:

#### ➤ TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \, \Omega / (\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0.012 \, V / (\Omega \cdot m \cdot A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

➤ TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \, \Omega / (\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0.012 \, V / (\Omega \cdot m \cdot A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (= 37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

Dicha separación está calculada en el apartado 6.8.8.

#### 6.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras:

##### ➤ TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \sigma$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_s V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde  $U_s = 25 \text{ kV}$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d \cdot R_t$$

- Siendo:

$$\sigma = 200 \Omega \cdot \text{m}$$

$$K_r = 0.073 \Omega / (\Omega \cdot \text{m})$$

Se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 14.6 \Omega$$

$$I_d = 223.43 \text{ A}$$

$$U_d = 3262.1 \text{ V}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de 4000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

##### ➤ TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r \cdot \sigma = 0.073 \cdot 200 = 14.6 \Omega$$

Como podemos ver es inferior a  $37 \Omega$



#### 6.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación:

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.012 \cdot 200 \cdot 223.43 = 536.2 \text{ V}$$

#### 6.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación:

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad de éstos.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 14.6 \cdot 223.43 = 3262.1 \text{ V}$$

### 6.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

$U_{ca}$  = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios

$K = 78.5$

$n = 0.18$

$t$  = Duración de la falta en segundos: 1 s

Obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 78.5 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$U_p$  = Tensiones de paso en Voltios

$K = 78.5$

$n = 0.18$

$t$  = Duración de la falta en segundos: 1 s

$\sigma$  = Resistividad del terreno

$\sigma_h$  = Resistividad del hormigón = 3.000  $\Omega \cdot m$

Obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 1727 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 8321 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 536.2 \text{ V} < U_p(\text{exterior}) = 1727 \text{ V}$$

- en el acceso al C.T:

$$U_d = 3262.1 \text{ V} < U_p(\text{acceso}) = 8321 \text{ V}$$

#### 6.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior:

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{\min}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2000 \cdot \pi}$$

Con:

$$\sigma = 200 \, \Omega \cdot \text{m}$$

$$I_d = 223.43 \, \text{A}$$

Obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\min} = 7.11 \, \text{m}$$

#### 6.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo:

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

## **DOCUMENTO Nº3: PLANOS**

### **TITULACIÓN:**

Ingeniería Industrial

### **AUTOR:**

José Ángel Tomás Gabarrón

### **DIRECTOR:**

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

FECHA: mayo, 2012

## **ÍNDICE**

### **1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO:**

- 1.1. Situación
- 1.2. Emplazamiento

### **2. INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL:**

- 2.1. Planta Nave
- 2.2. Distribución Eléctrica Nave
- 2.3. Fachadas Nave
- 2.4. Esquema Unifilar Almacén
- 2.5. Esquema Unifilar Zona de Oficinas
- 2.6. Esquema Unifilar Sala de Exposiciones

### **3. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS:**

- 3.1. Alumbrado Vial y Zona de Aparcamientos
- 3.2. Alumbrado Vial y Zona de Aparcamientos CT1
- 3.3. Alumbrado Vial y Zona de Aparcamientos CT2
- 3.4. Esquema Unifilar y de Maniobra Alumbrado CT1
- 3.5. Esquema Unifilar y de Maniobra Alumbrado CT2
- 3.6. Detalle Cimentación Apoyo, Arqueta y Zanja Tipo
- 3.7. Detalle Módulos Alumbrado CT1: Seccionamiento, Medida, Protección y Maniobra
- 3.8. Detalle Módulos Alumbrado CT2: Seccionamiento, Medida, Protección y Maniobra

### **4. INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LAS DOS GRÚAS PORTUARIAS SITUADAS EN EL MUELLE NORTE Y EN EL MUELLE ESTE:**

- 4.1. Esquema de la Grúa Portuaria Muelle Norte/Este
- 4.2. Grúa Muelle Norte/Este: Disposición de equipos. Vista interior frontal Armarios H1, H2 y H3
- 4.3. Grúa Muelle Norte/Este: Disposición de equipos. Vista exterior frontal Armarios H1, H2 y H3
- 4.4. Grúa Muelle Norte/Este: Disposición de equipos. Cuadro Distribución Remota PLC (H5)
- 4.5. Grúa Muelle Norte/Este: Conexión Profibus

## **5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1**

5.1. Red aérea / subterránea de media tensión. Entronque aéreo-subterráneo alimentación CT1

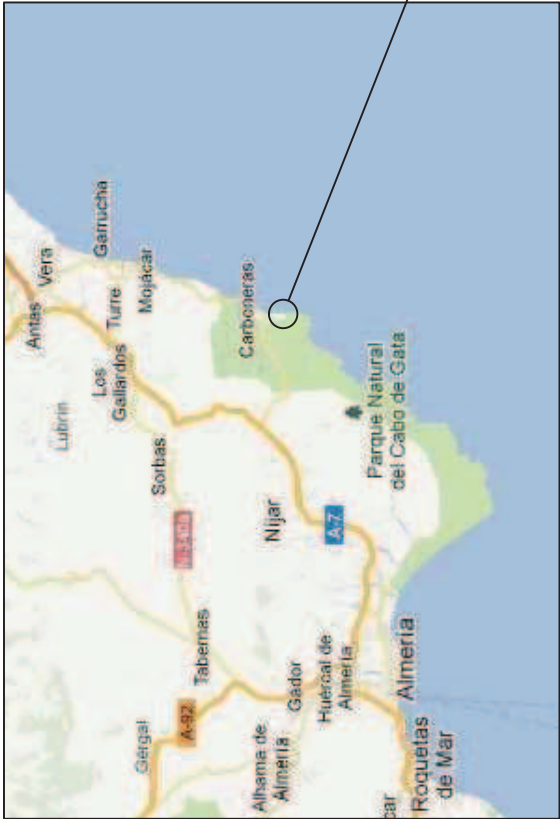
5.2. Centro de Transformación CT1: Planta, Alzado y Esquema Unifilar

5.3. Centro de Transformación CT1: Dimensiones del Foso

## **6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2**

6.2. Centro de Transformación CT2: Planta, Alzado y Esquema Unifilar

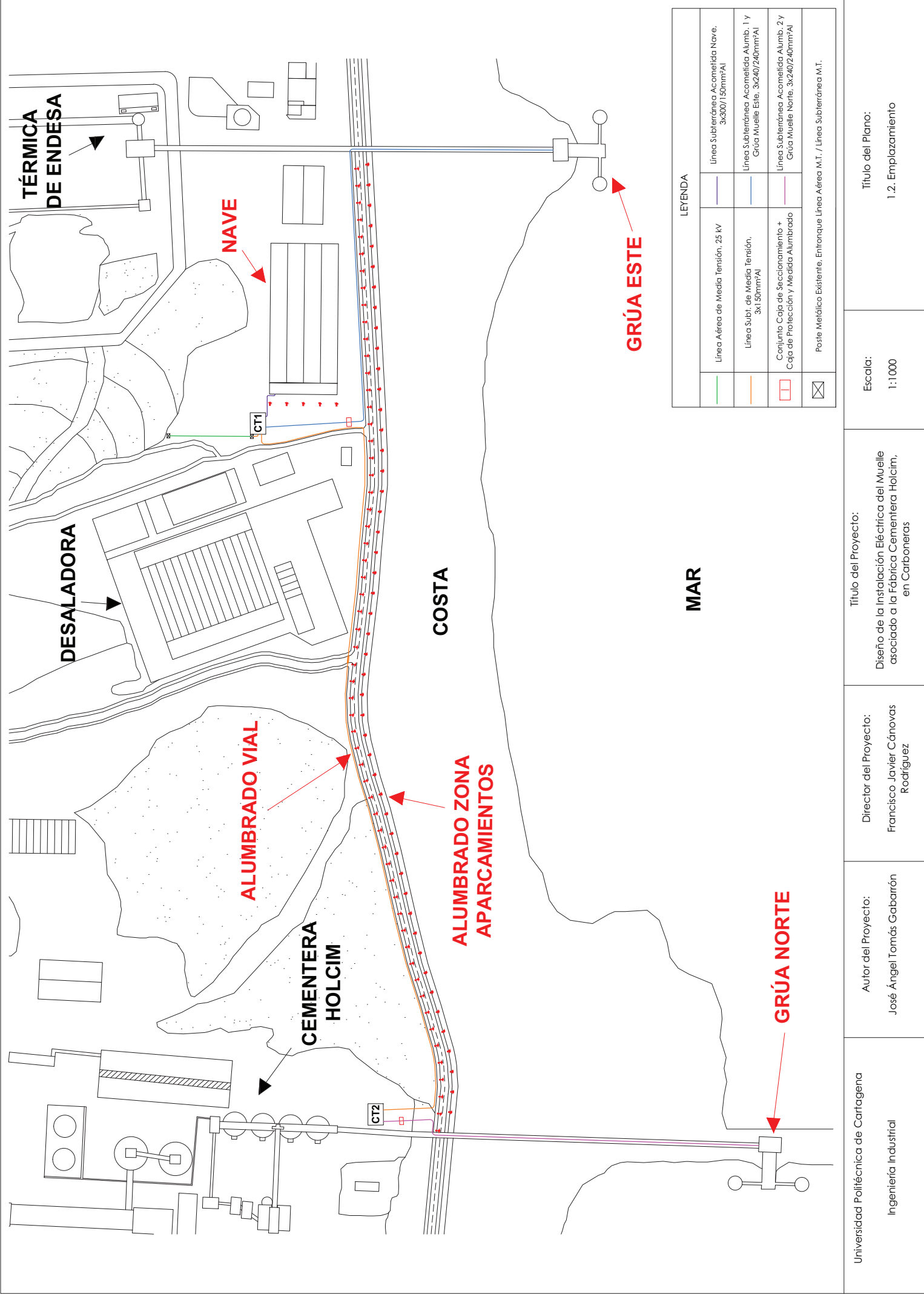
6.3. Centro de Transformación CT2: Dimensiones del Foso



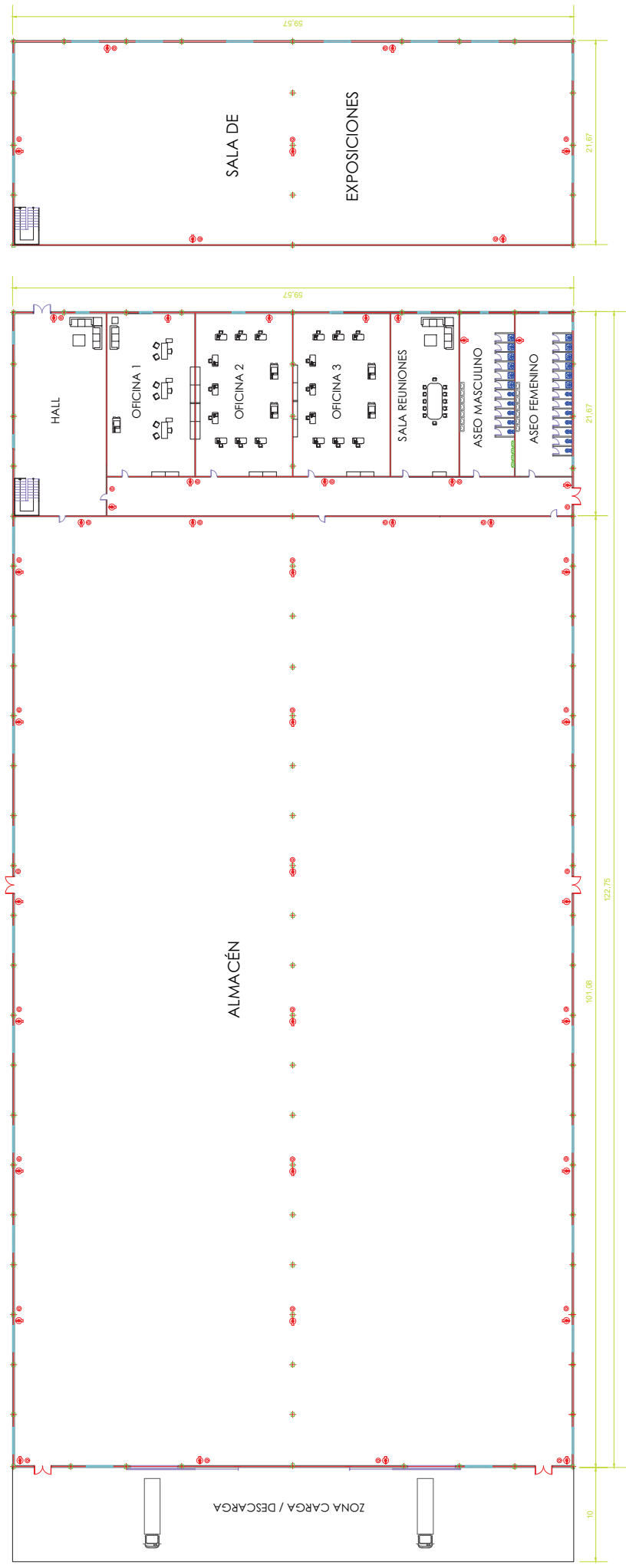
# SITUACIÓN



Universidad Politécnica de Cartagena  Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto:  José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto:  Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto:  Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escalas:	Título del Plano:  1.1. Situación
				1:100.000  1:10.000	

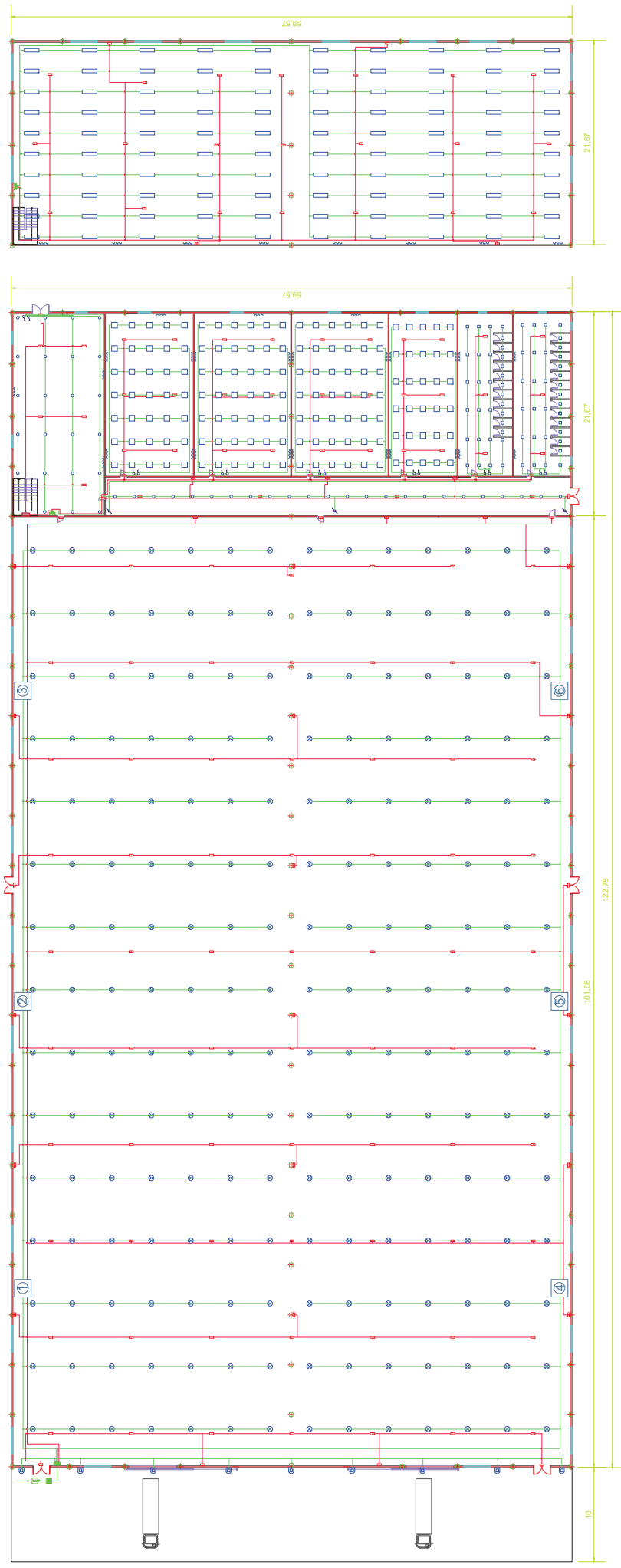






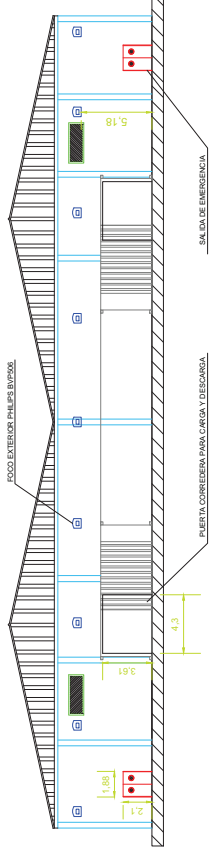
LEYENDA			
	Pulsador de alarma		Puerta acceso zona de oficinas
	Extintor portátil eficacia 21A-113B		Puerta zona de oficinas 0.75x2.1
	Salida de Emergencia		Escaleras
			Puerta zona Carga y Descarga

Universidad Politécnica de Cartagena Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto: José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto: Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto: Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala: 1:100	Título del Plano: 2.1. Planta Nave
---	--	--	---	------------------	---------------------------------------

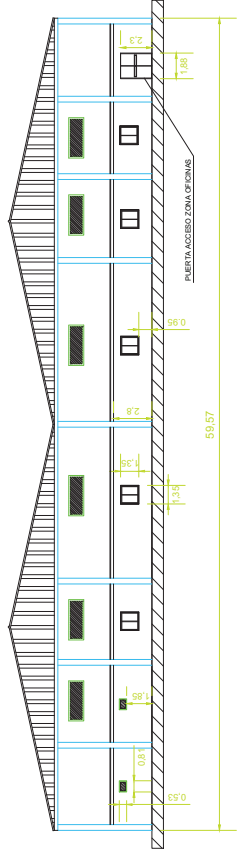


LEYENDA					
	Cuadro T. Corriente Trifásicas		Alim. Alumbrado de Emergencia		Lum. Emergencia Philips TCH329 1xTLBW
	Base Erichule 16A 220V		Alimentación Alumbrado		Caja General de Protección
	Interruptor Iluminación		Luminaria Philips HPK150 1xHPLN400W		Cuadro General de Mando y Protección
	Interruptor Conmutado Iluminación		Luminaria Philips FBH026 4P26W		Subcuadro de Mando y Protección
	Foco Exterior Philips BVP506		Luminaria Philips FB5261 4P26W		Centralización de Contadores
	Luminaria Philips RC4608 35W				Luminaria Philips TCS760 2x35W

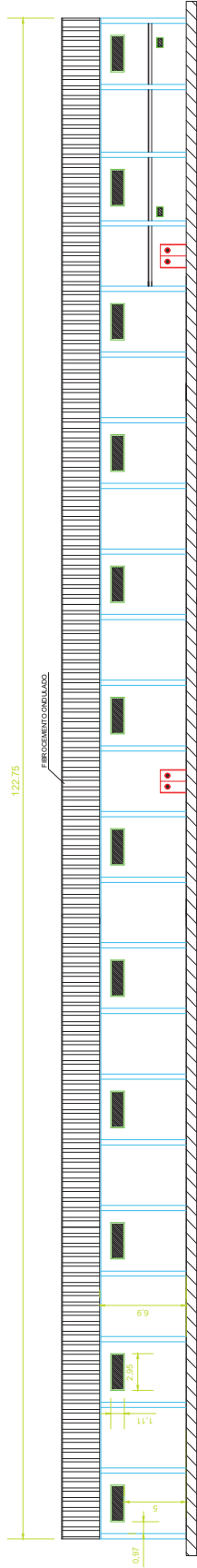
FACHADA DELANTERA



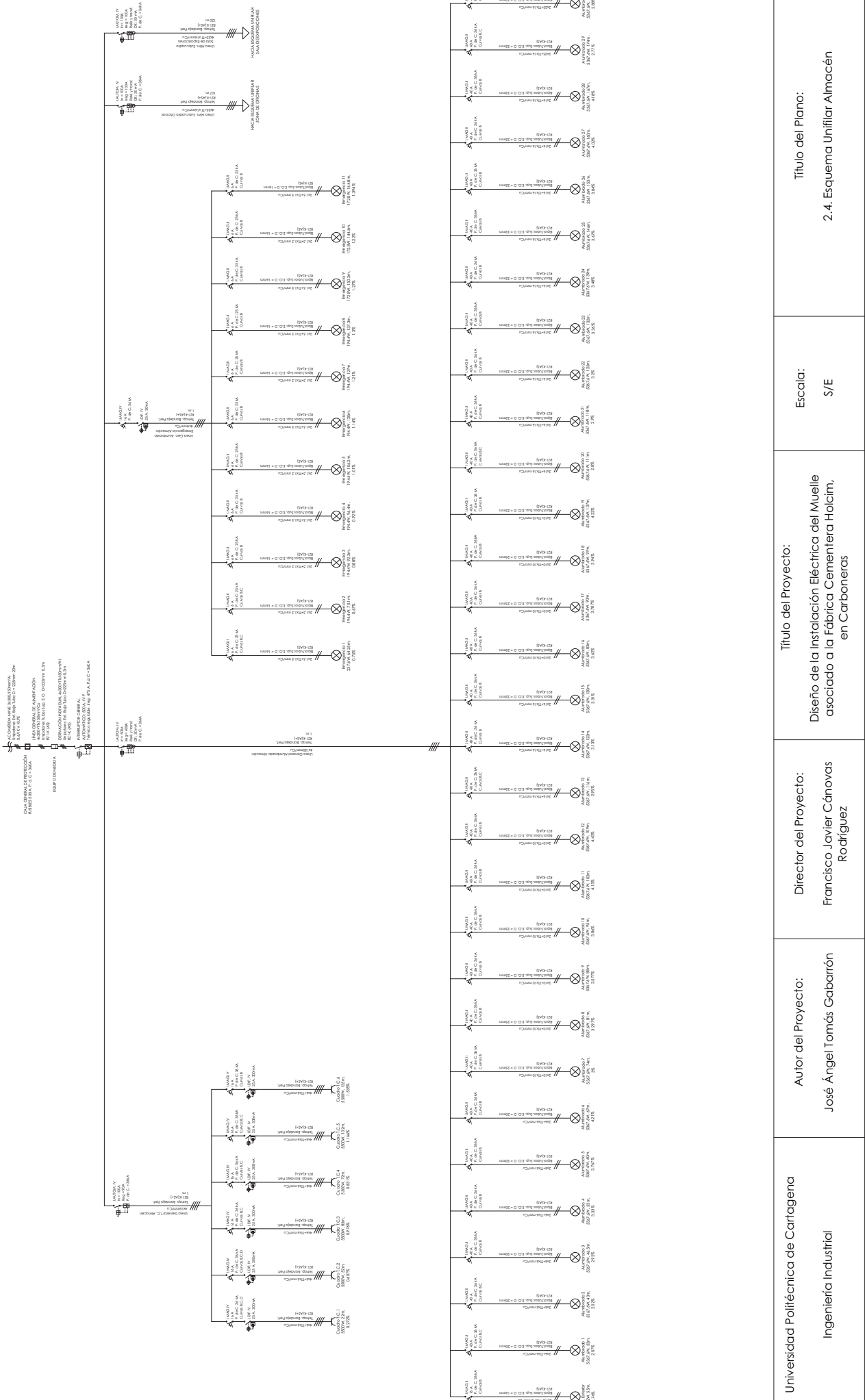
FACHADA TRASERA



FACHADA LATERAL (VISTA DESDE EL MAR)



Universidad Politécnica de Cartagena Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto: José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto: Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto: Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala: 1:100	Título del Plano: 2.3. Fachadas Nave
---	--	--	---	------------------	---



Universidad Politécnica de Cartagena

Ingeniería Industrial

Autor del Proyecto:

José Ángel Tomás Gabarrón

Director del Proyecto:

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Título del Proyecto:

Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras

Escala:

S/E

Título del Plano:

2.4. Esquema Unifilar Almacén





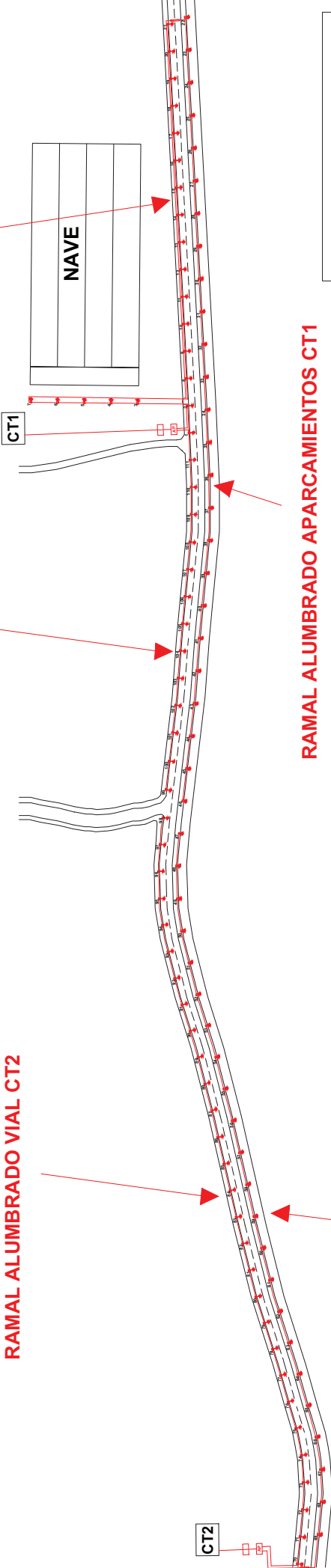
RAMAL 2 ALUMBRADO VIAL CT1

RAMAL 1 ALUMBRADO VIAL CT1

RAMAL ALUMBRADO VIAL CT2

RAMAL ALUMBRADO APARCAMIENTOS CT1

RAMAL ALUMBRADO APARCAMIENTOS CT2



LEYENDA	
	Punto de luz (1 brazo) SGS 102 - 100W R.F. - Apoyo 8m
	Punto de luz (1 brazo) BDS 480 - 56.4W R.F. - Apoyo 5 m
	Cuadro Protección y Maniobra Alumbrado Público
	Conjunto Caja de Seccionamiento + Caja de Protección y Medida
	Línea Subterránea Alumbrado
	Arqueta de Registro 40x40 cm

Universidad Politécnica de Cartagena  
Ingeniería Industrial

Autor del Proyecto:  
José Ángel Tomás Gabarrón

Director del Proyecto:  
Francisco Javier Cánovas Rodríguez

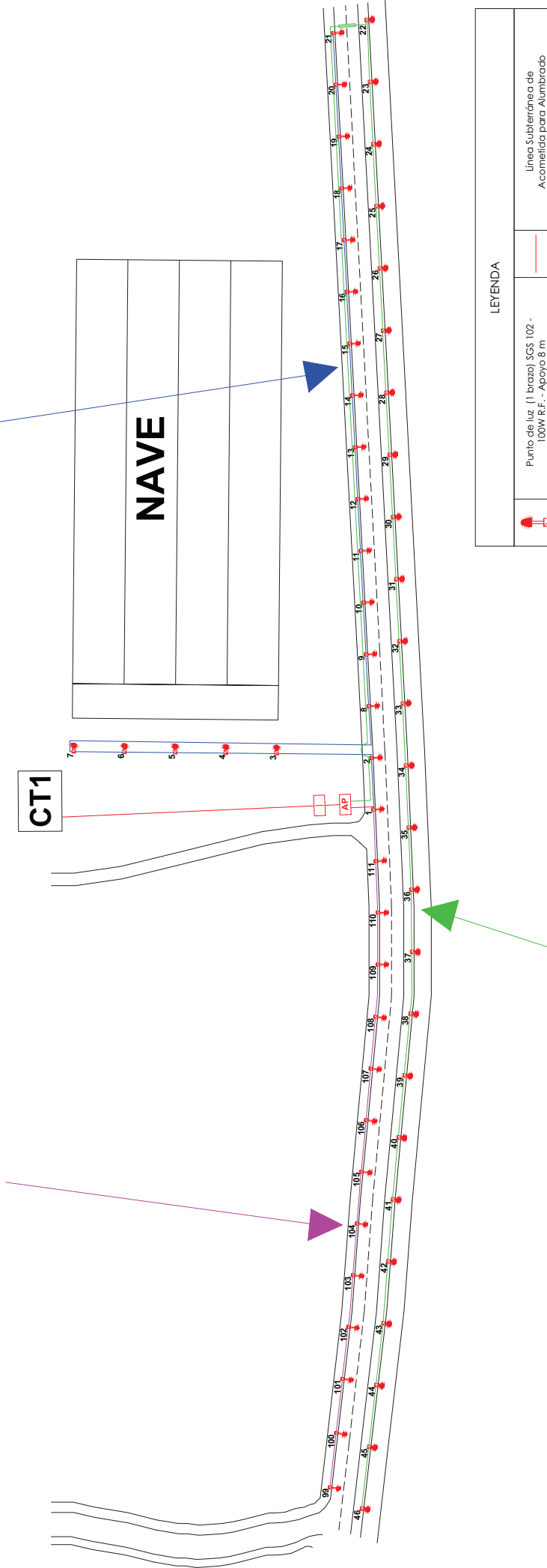
Título del Proyecto:  
Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras

Escala:  
1:850

Título del Plano:  
3.1. Alumbrado Vial Y Zona de Aparcamientos

RAMAL 2 ALUMBRADO VIAL CT1

RAMAL 1 ALUMBRADO VIAL CT1



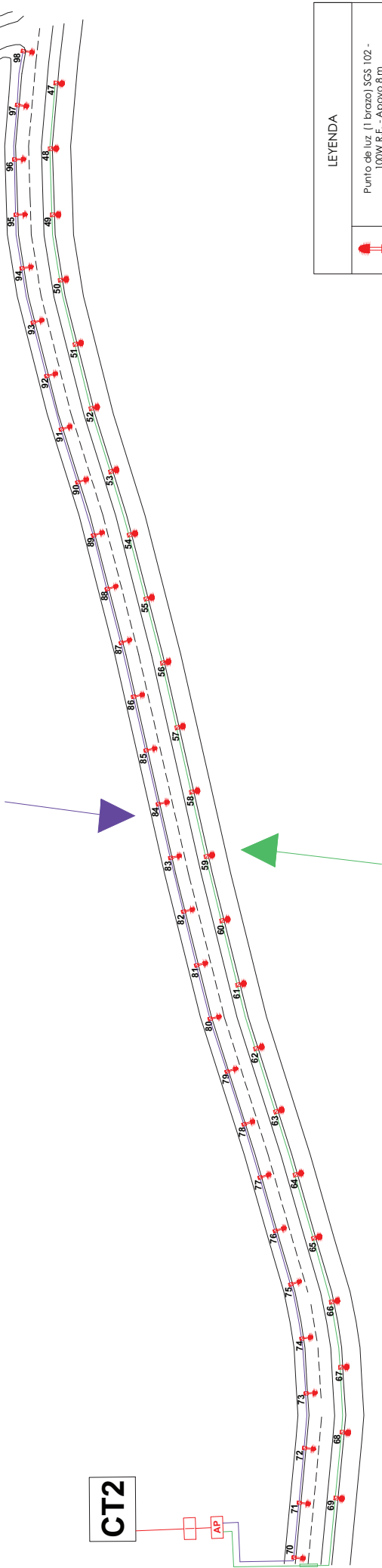
LEYENDA		
	Punto de luz (1 brazo) SGS 102 - 100W R.F. - Apoyo 8 m	Línea Subterránea de Acometida para Alumbrado
	Punto de luz (1 brazo) BDS 480 - 564W R.F. - Apoyo 5 m	Línea Subterránea Alumbrado Vial 1. 4x6mm² + 2x2.5mm² (mando R.F.) RV 0.6/1KV
	Aqueta de Registro 40x40 cm	Línea Subterránea Alumbrado Vial 2. 4x6mm² + 2x2.5mm² (mando R.F.) RV 0.6/1KV
	Cuadro Protección y Maniobra Alumbrado Público	Línea Subterránea Alumb. Aparcam. 4x6mm² RV 0.6/1KV
	Conjunto Caja de Seccionamiento + Caja de Protección y Medida	

RAMAL ALUMBRADO APARCAMIENTOS CT1

Universidad Politécnica de Cartagena Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto: José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto: Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto: Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala: 1:500	Título del Plano: 3.2. Alumbrado Vial Y Zona de Aparcamientos CT1
---	--	--	---	------------------	--



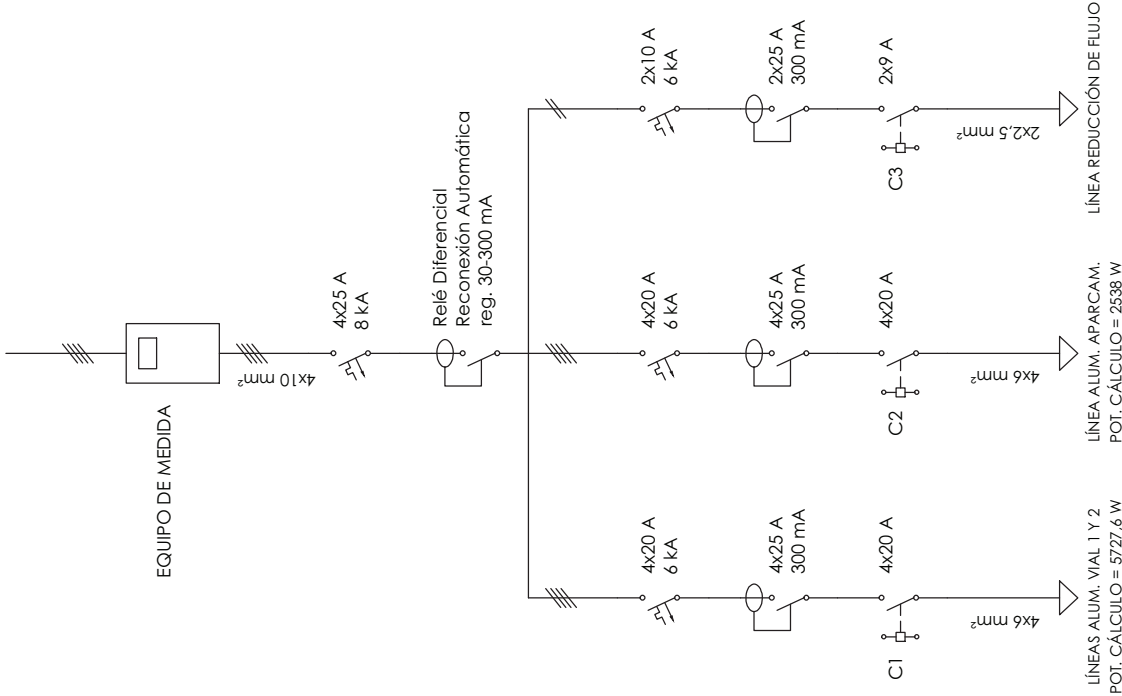
# RAMAL ALUMBRADO VIAL CT2



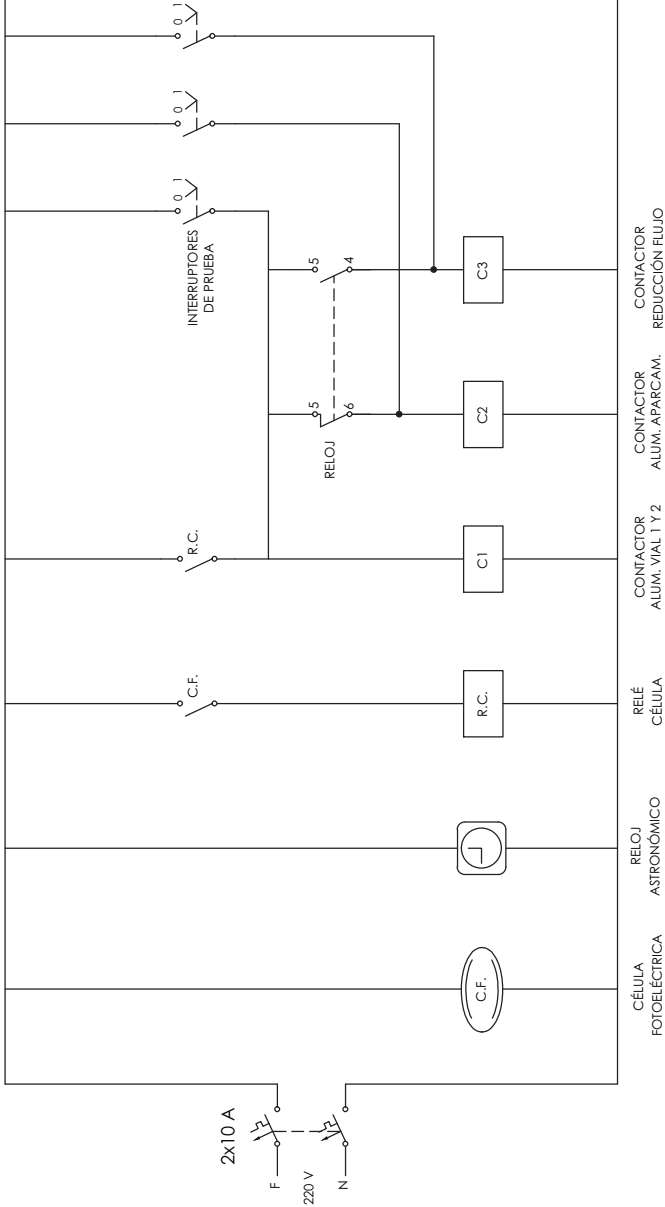
# RAMAL ALUMBRADO APARCAMIENTOS CT2

Universidad Politécnica de Cartagena Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto: José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto: Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto: Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala: 1:500	Título del Plano: 3.3. Alumbardo Vial Y Zona de Aparcamientos CT2
---	--	--	---	------------------	--

# ESQUEMA UNIFILAR



# ESQUEMA DE MANIOBRA



Universidad Politécnica de Cartagena  
Ingeniería Industrial

Autor del Proyecto:  
José Ángel Tomás Gabarrón

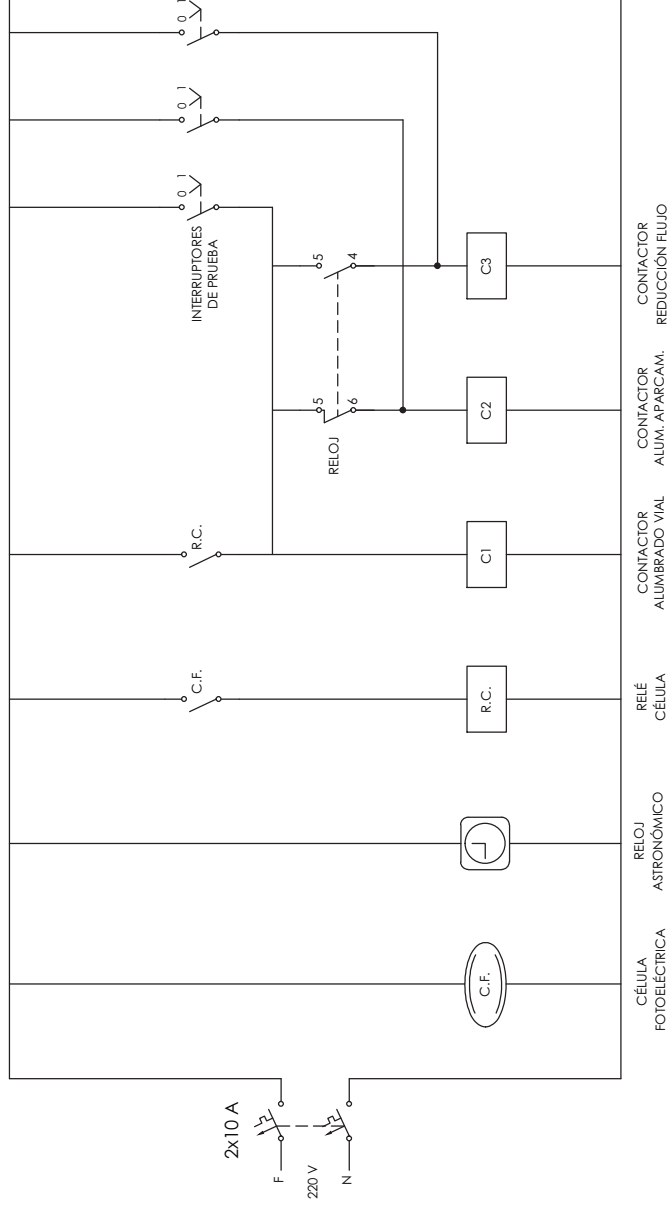
Director del Proyecto:  
Francisco Javier Cánovas  
Rodríguez

Título del Proyecto:  
Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle  
asociado a la Fábrica Cementera Holcim,  
en Carboneras

Escala:  
S/E

Título del Plano:  
3.4. Esquema Unifilar y de Maniobra CT1

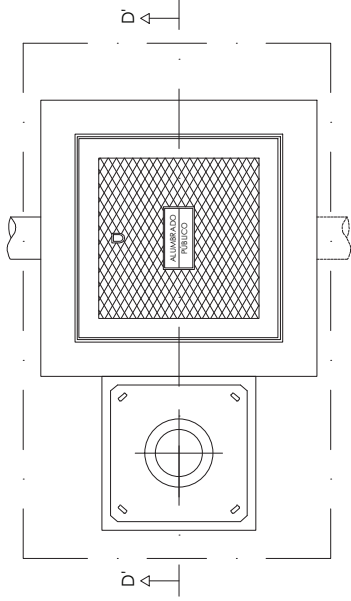
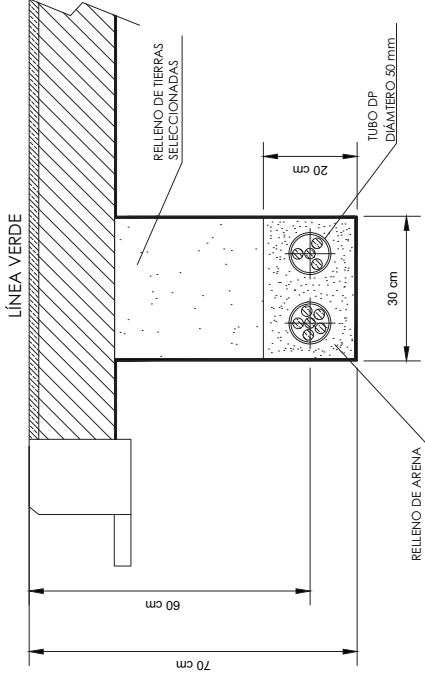
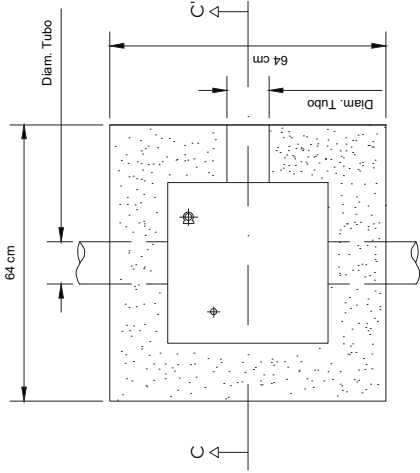
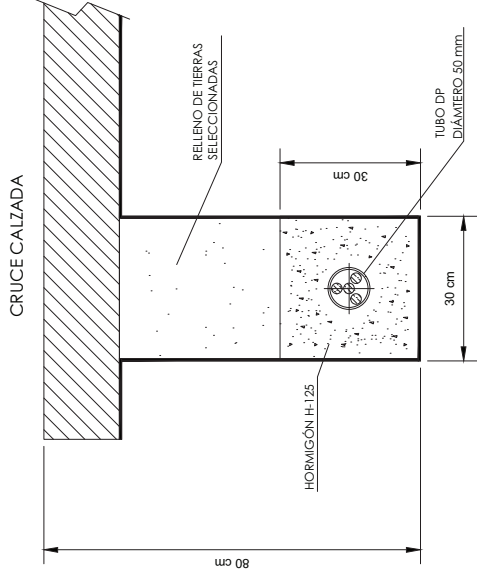
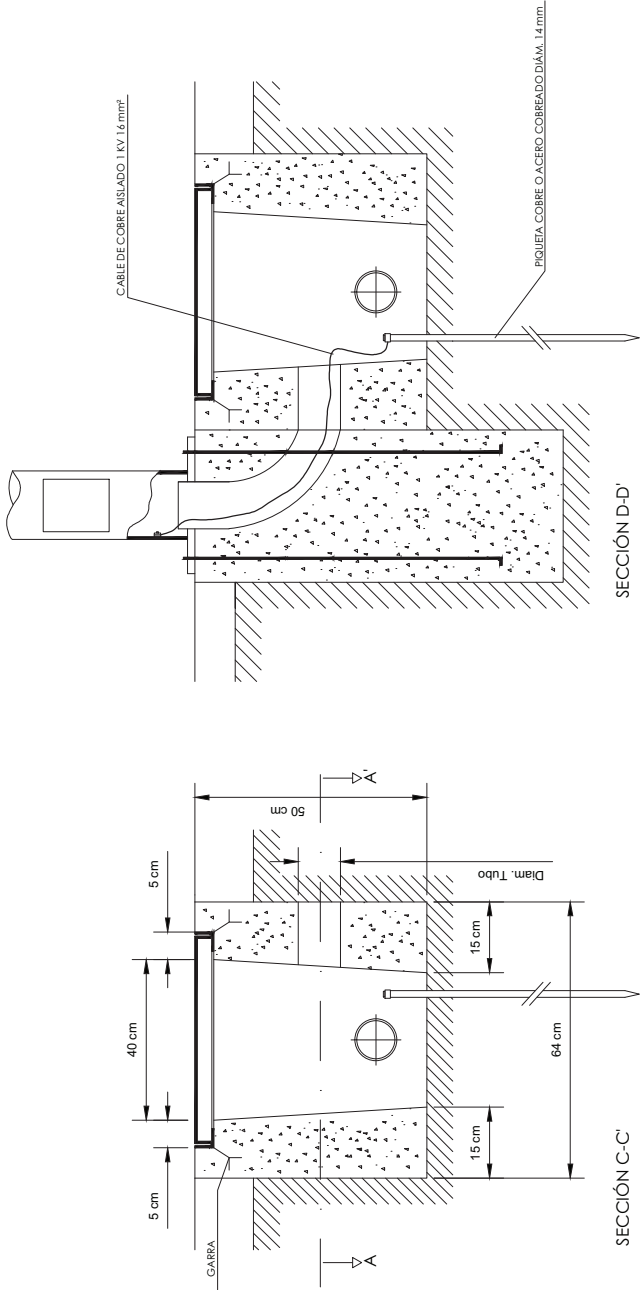
# ESQUEMA DE MANIOBRA



Universidad Politécnica de Cartagena	Autor del Proyecto:  José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto:  Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto:  Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala:  S/E	Título del Plano:  3.5. Esquema Unifilar y de Maniobra Alumbrado C12
--------------------------------------	--	--	---	--------------------	--

DETALLE CIMENTACIÓN APOYO, ARQUETA Y T.T.

DETALLE ZANJA



SECCIÓN A-A'

PLANTA

Universidad Politécnica de Cartagena  
Ingeniería Industrial

Director del Proyecto:  
Francisco Javier Cánovas  
Rodríguez

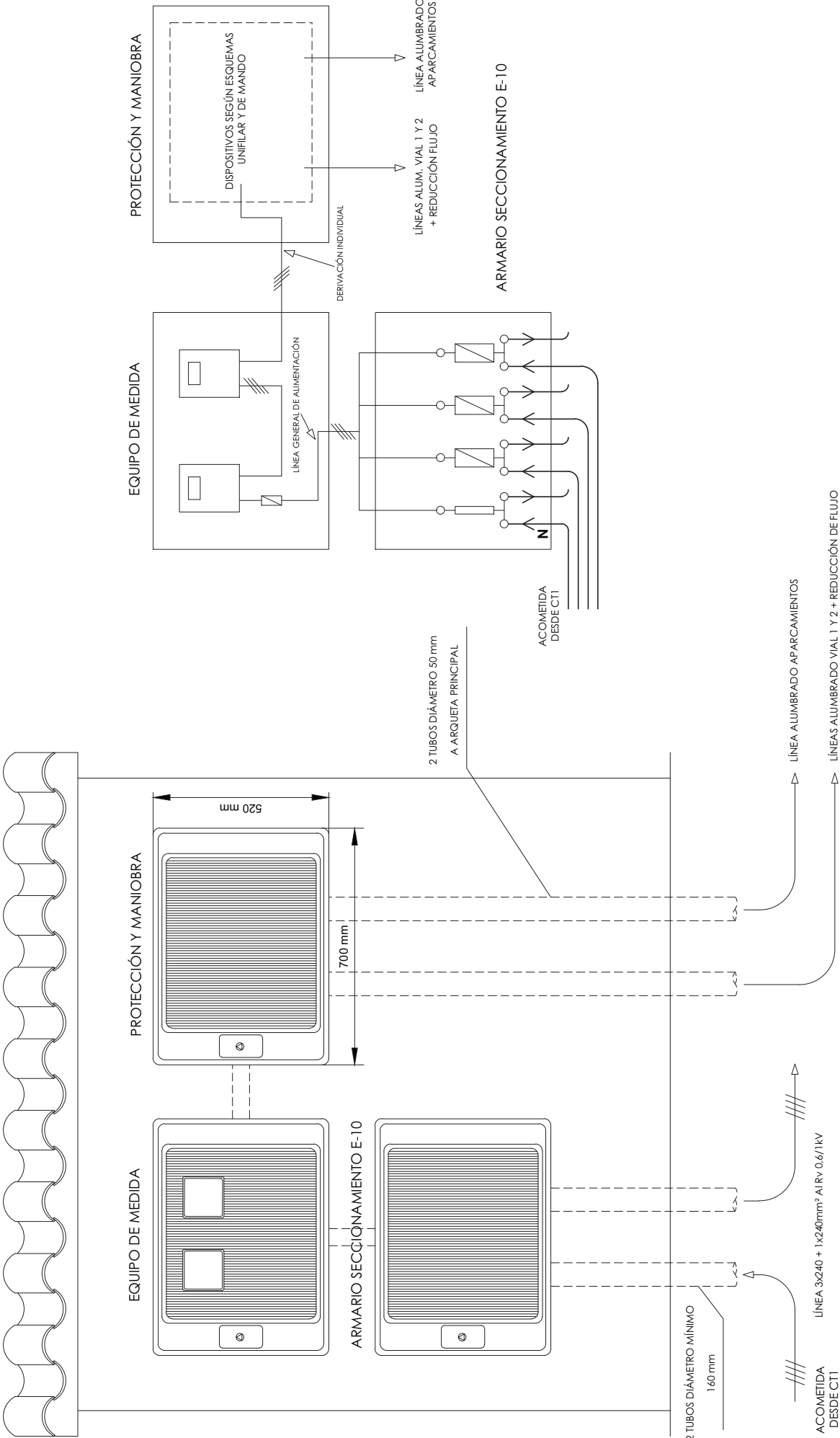
Título del Proyecto:  
Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle  
asociado a la Fábrica Cementera Holcim,  
en Carboneras

Escala:  
1:10

Título del Plano:  
3.6. Detalle Cimentación Apoyo, Arqueta,  
Toma de Tierra y Zanja Tipo

DISPOSICIÓN MÓDULOS

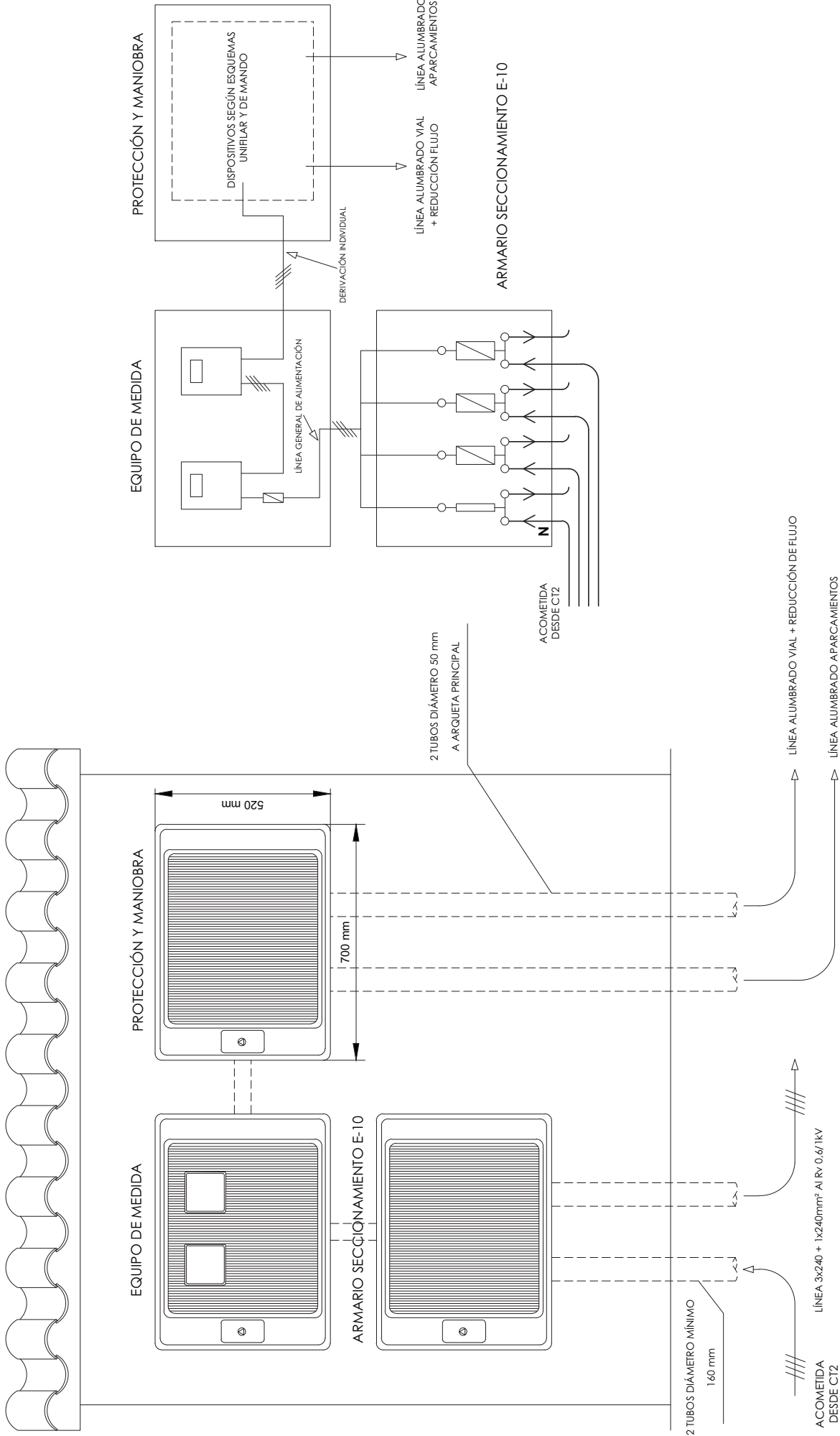
ESQUEMA ELÉCTRICO



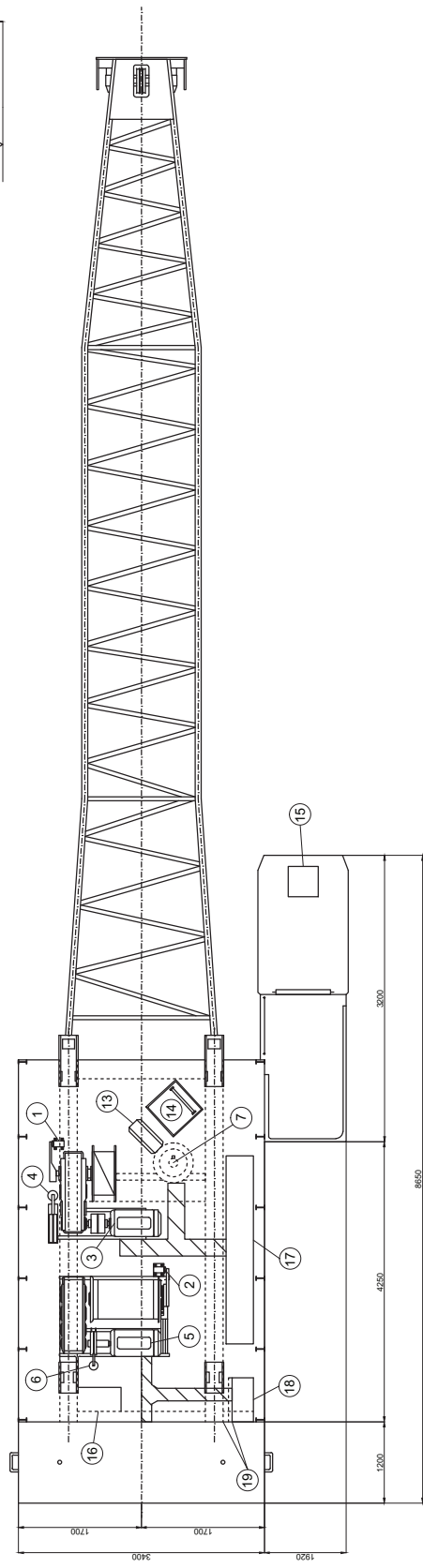
Universidad Politécnica de Cartagena Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto: José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto: Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto: Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala: 1:100	Título del Plano: 3.7. Detalle Módulos Alumbardo CT1: Seccionamiento, Medida, Protección y Maniobra
---	--	--	---	------------------	--

DISPOSICIÓN MÓDULOS

ESQUEMA ELÉCTRICO



Universidad Politécnica de Cartagena Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto: José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto: Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto: Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala: 1:100	Título del Plano: 3.8. Detalle Módulos Alumbrado CT2: Seccionamiento, Medida, Protección y Maniobra
---	--	--	---	------------------	---



Universidad Politécnica de Cartagena  
Ingeniería Industrial

Autor del Proyecto:  
José Ángel Tomás Gabarrón

Director del Proyecto:  
Francisco Javier Cánovas

Título del Proyecto:

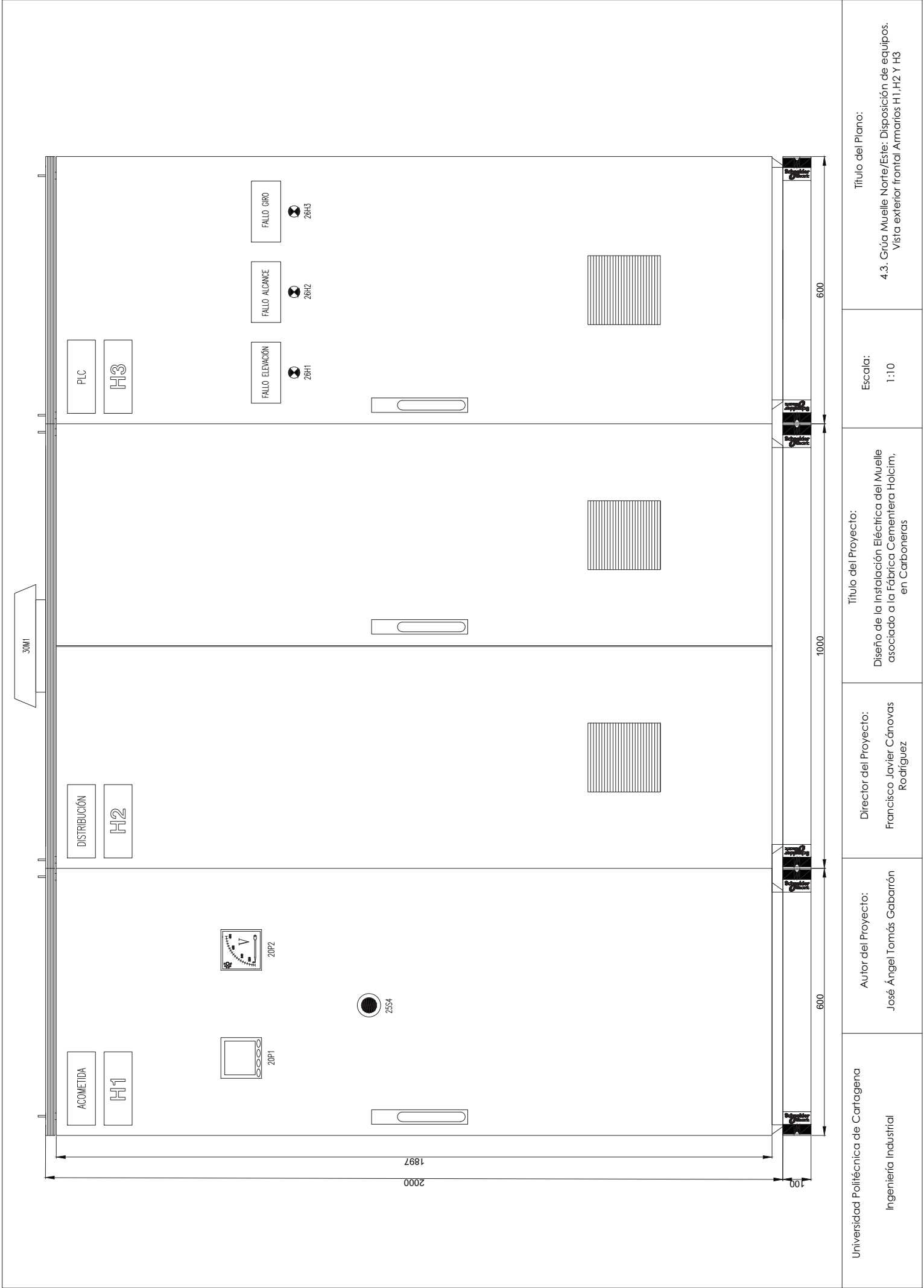
Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim,

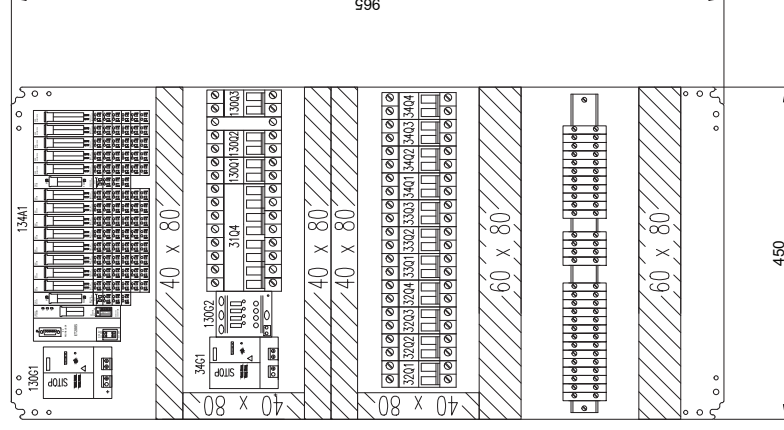
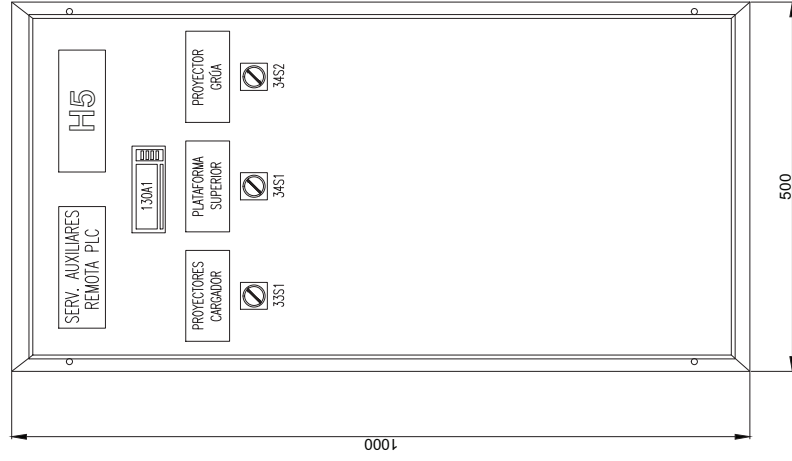
Escala:  
1:20

Título del Plano:





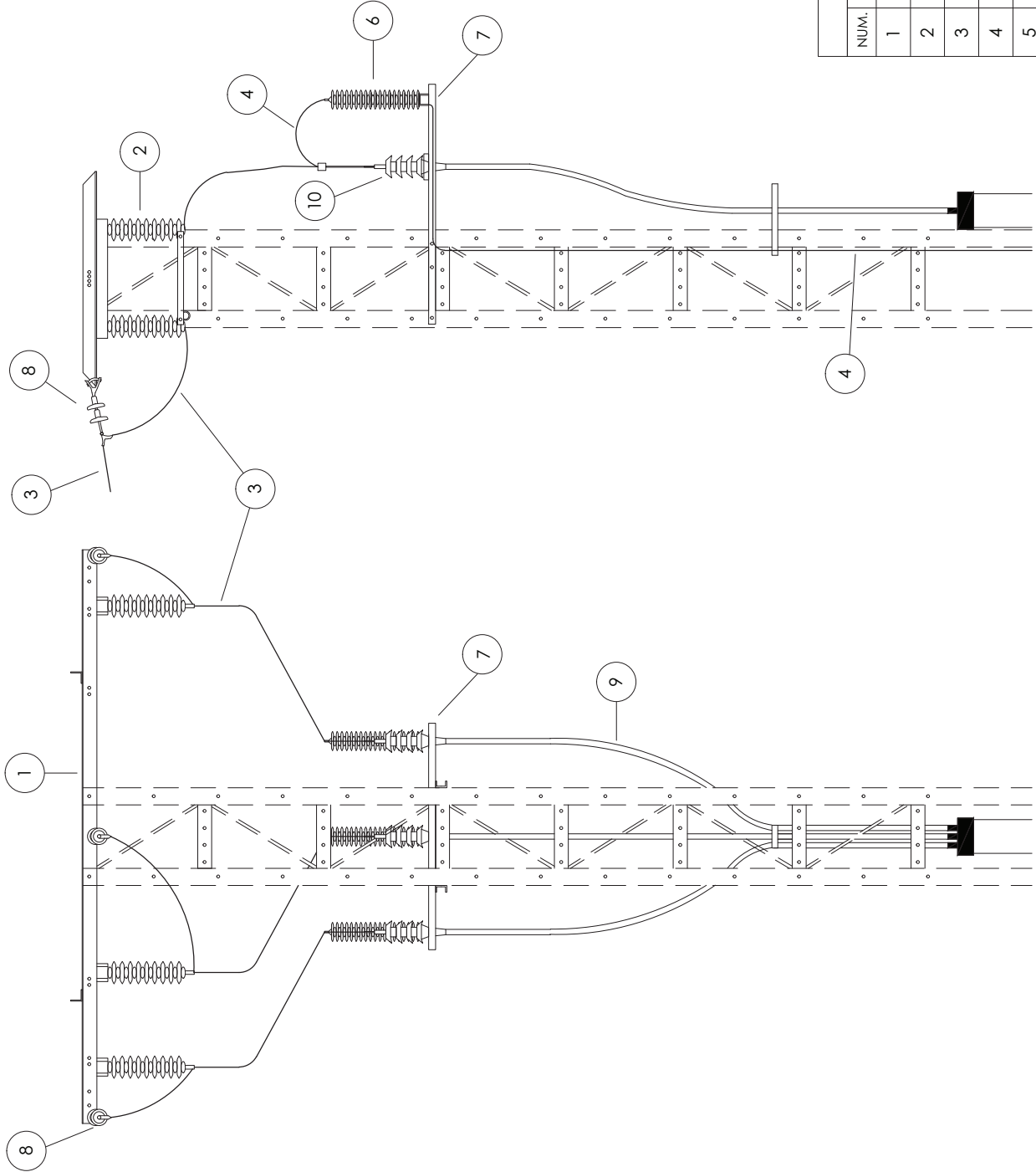




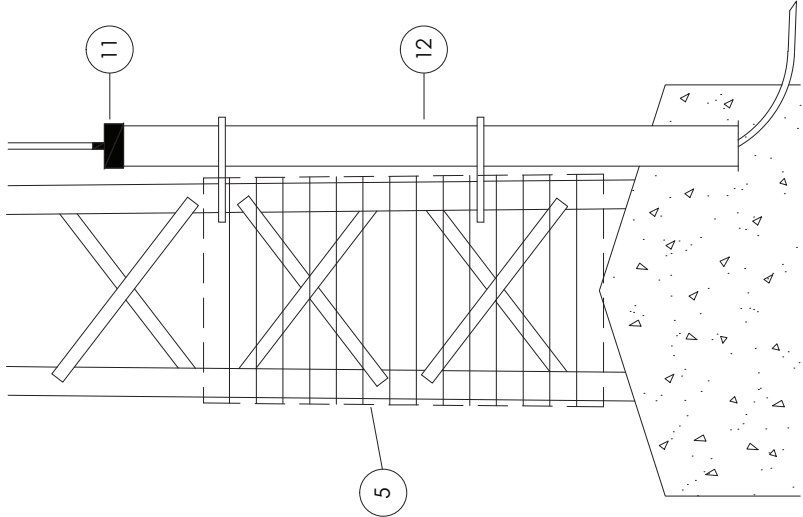
Universidad Politécnica de Cartagena	Autor del Proyecto:	Director del Proyecto:	Título del Proyecto:	Escala:	Título del Plano:
Ingeniería Industrial	José Ángel Tomás Gabarrón	Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	1:10	4.4. Grúa Muelle Norte/Este: Disposición de equipos. Cuadro Distribución Remota PLC (H5)



PARTE SUPERIOR

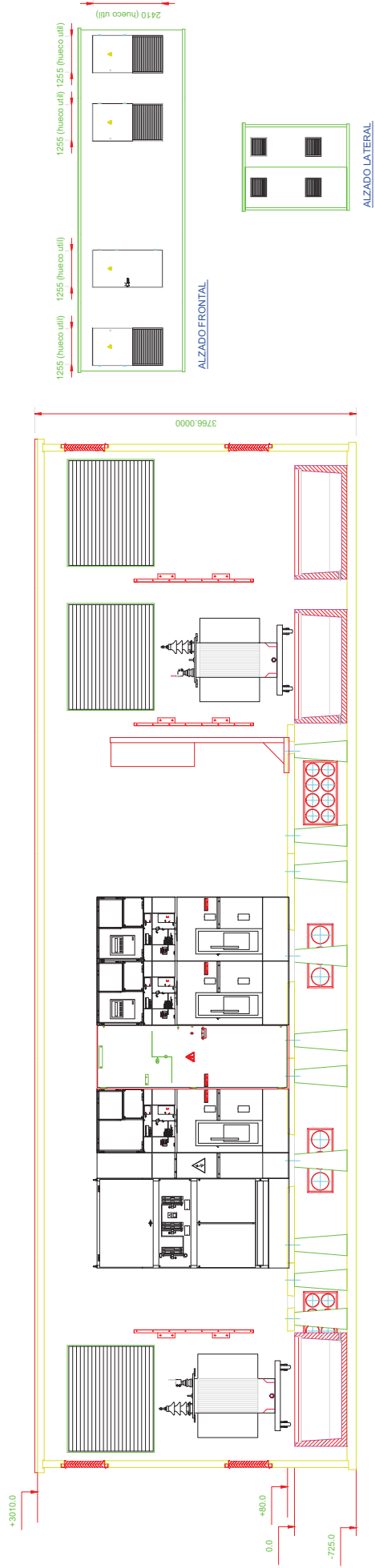


PARTE INFERIOR

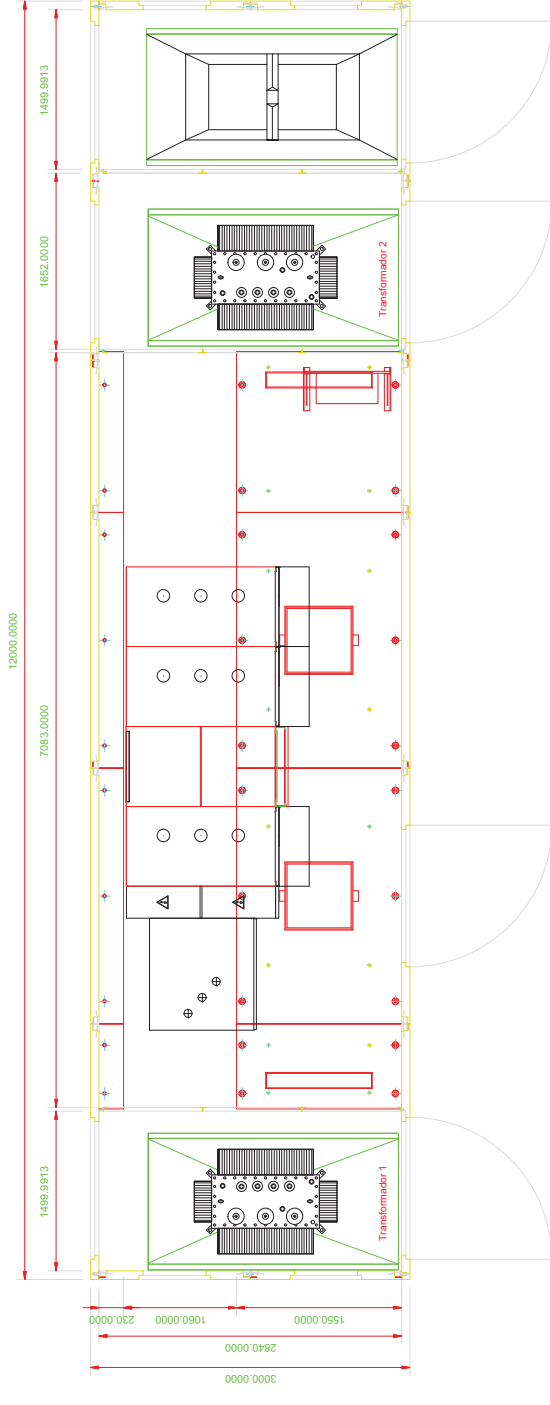


LEYENDA					
NUM.	DENOMINACIÓN ELEMENTO	CANT.	NUM.	DENOMINACIÓN ELEMENTO	CANT.
1	Cruceña recta	1	7	Soporte para rayos y terminales	1
2	Seccionador unipolar 24 kv	3	8	Cad. aislad. U70 BS	3
3	Conductor LA-110	3	9	Cable aislado DHZ1 de 150 mm²	3
4	Puentes, según conductor	6	10	Botellas terminales unipolares	3
5	Chapa antiláscalo, acero galvanizado	4	11	Capuchón neopreno para protección	1
6	Pararrayos autovalvulares, 24 kv	3	12	Tubo protección alám. 110 mm	1

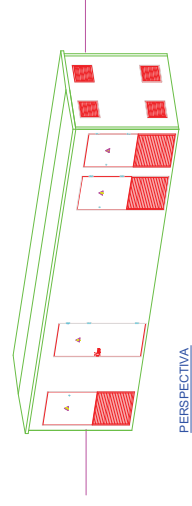
Universidad Politécnica de Cartagena Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto: José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto: Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto: Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala: 1:100	Título del Plano: 5.1. Red aérea / subterránea de media tensión. Entronque aéreo- subterráneo alimentación CT1
---	--	--	---	------------------	---



SECCION

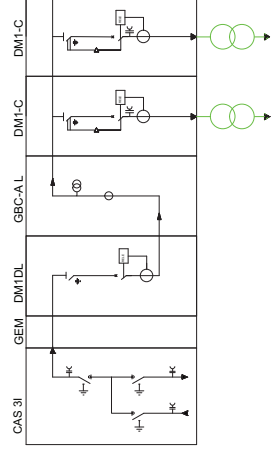


PLANITA



PERSPECTIVA

ESQUEMA UNIFILAR



Universidad Politécnica de Cartagena  
Ingeniería Industrial

Autor del Proyecto:  
José Ángel Tomás Gabarrón

Título del Proyecto:  
Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle  
asociado a la Fábrica Cementera Holcim,  
en Carboneras

Escala:  
1:50

Título del Plano:  
5.2. Centro de Transformación CT1:  
Planta, Alzado y Esquema Unifilar

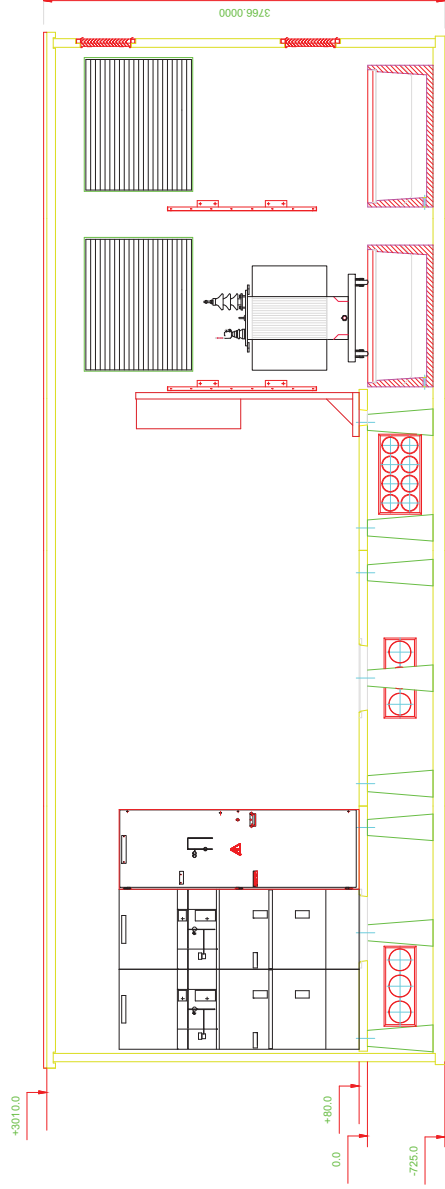
VISTA DE LA EXCAVACION

SECCION DEL FOSO

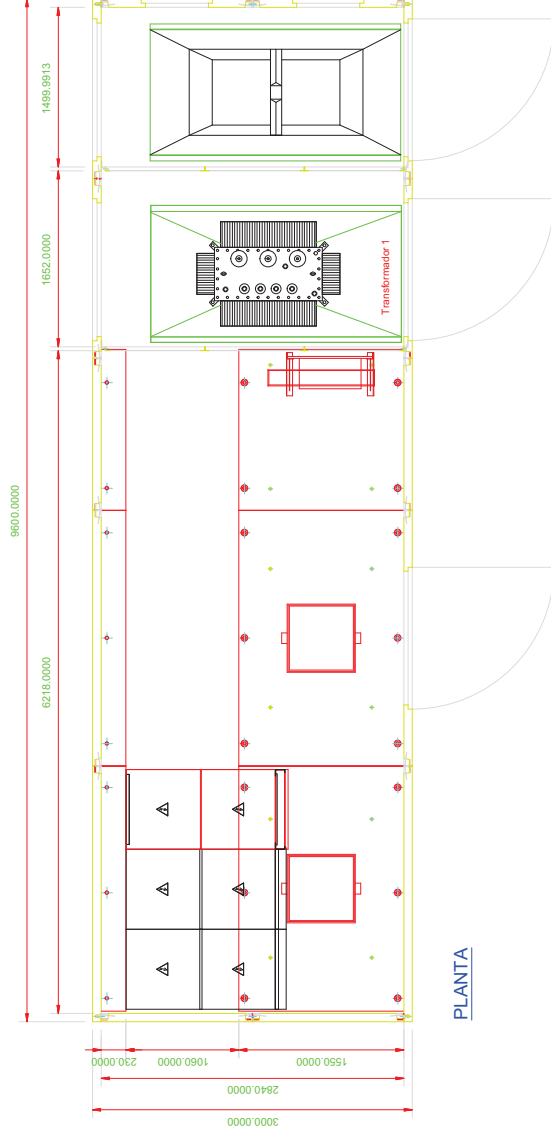
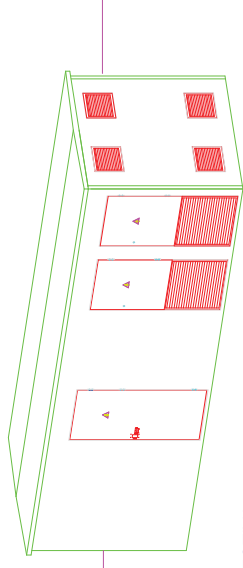
DIMENSIONES (EN METROS)	A	B	C
EHC36-1	3.50	4.50	0.530
EHC36-2	3.50	7.00	0.530
EHM36-3	3.50	5.30	0.700
EHM36-3A	3.50	6.40	0.700
EHM36-4	3.50	7.70	0.700
EHM36-5	3.50	10.10	0.700
EHM36-6	3.50	12.50	0.700
EHM36-7	3.50	14.90	0.700

CONDICIONES QUE EL CLIENTE DEBERA CUMPLIR CON ANTERIORIDAD A LA INSTALACION:
- Debera existir un camino hasta la zona de ubicacion del centro suficiente para el acceso de un camion de 24 toneladas (ancho del camino mayor de 3 metros).
- La zona de ubicacion del centro estara libre, en sus zonas limitrofes, de obs-taculos que impidan la descarga de los materiales y el montaje del centro.
- El lecho de arena de 150 milímetros de espesor minimo, sera por cuenta del cliente, y debera estar realizado con anterioridad a la instalacion del centro segun se indica en el dibujo superior.

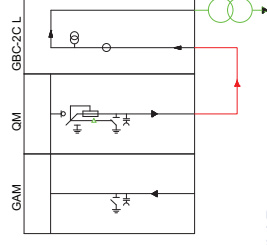
Universidad Politécnica de Cartagena Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto: José Ángel Tomás Gabarrón	Director del Proyecto: Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto: Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala: 1:10	Título del Plano: 5.3. Centro de Transformación CT1: Dimensiones del Foso
---	--	--	---	-----------------	--



PERSPECTIVA

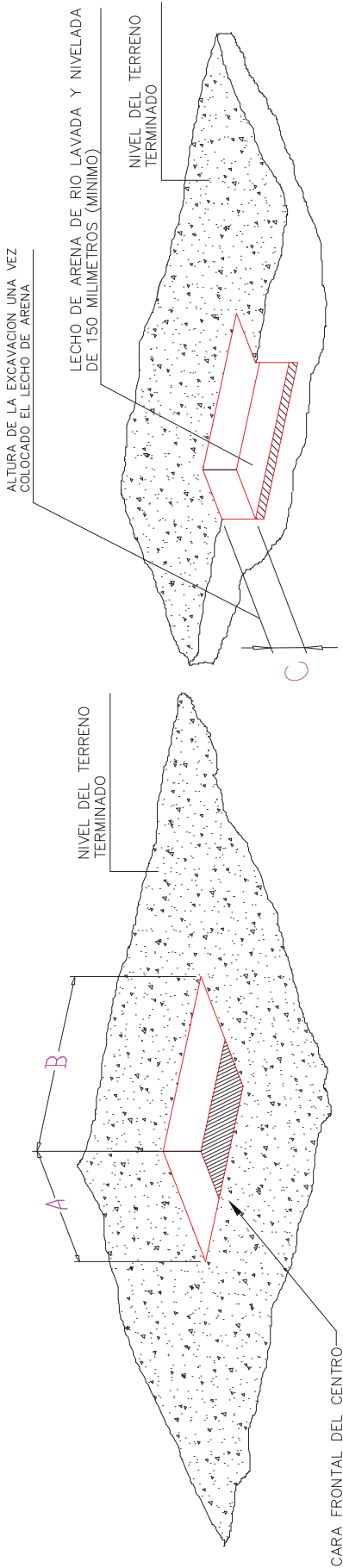


PLANTA



ESQUEMA UNIFILAR

Universidad Politécnica de Cartagena Ingeniería Industrial	Autor del Proyecto: José Ángel Tomás Gabarón	Director del Proyecto: Francisco Javier Cánovas Rodríguez	Título del Proyecto: Diseño de la Instalación Eléctrica del Muelle asociado a la Fábrica Cementera Holcim, en Carboneras	Escala: 1:50	Título del Plano: 6.1. Centro de Transformación CT2: Planta, Alzado y Esquema Unifilar
---	---	--	---	-----------------	---



VISTA DE LA EXCAVACION

SECCION DEL FOSO

DIMENSIONES (EN METROS)	A	B	C
EHC36-1	3.50	4.50	0.530
EHC36-2	3.50	7.00	0.530
EHM36-3	3.50	5.30	0.700
EHM36-3A	3.50	6.40	0.700
EHM36-4	3.50	7.70	0.700
EHM36-5	3.50	10.10	0.700
EHM36-6	3.50	12.50	0.700
EHM36-7	3.50	14.90	0.700

CONDICIONES QUE EL CUENTE DEBERA CUMPLIR CON ANTERIORIDAD A LA INSTALACION:
- Debera existir un camino hasta la zona de ubicacion del centro suficiente para el acceso de un camion de 24 toneladas (ancho del camino mayor de 3 metros).
- La zona de ubicacion del centro estara libre, en sus zonas limitrofes, de obstaculos que impidan la descarga de los materiales y el montaje del centro.
- El lecho de arena de 150 milimetros de espesor minimo, sera por cuenta del cliente, y debera estar realizado con anterioridad a la instalacion del centro segun se indica en el dibujo superior.



# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

## **DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO**

### **TITULACIÓN:**

Ingeniería Industrial

### **AUTOR:**

José Ángel Tomás Gabarrón

### **DIRECTOR:**

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

FECHA: mayo, 2012

## ÍNDICE

### 1. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE LA

<b>NAVE INDUSTRIAL</b>	5
1.1. Cuadro principal	5
1.2. Subcuadro zona de oficinas	6
1.3. Subcuadro sala de exposiciones	7
1.4. Conductores, tubos y canaletas	8
1.5. Iluminación y mecanismos	9
1.6. Sistema de puesta a tierra	10
1.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación eléctrica de la nave industrial	10

### 2. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE

<b>APARCAMIENTOS</b>	11
2.1. Instalación de alumbrado vial y de la zona de aparcamientos alimentada por el centro de transformación CT1	11
2.2. Instalación de alumbrado vial y de la zona de aparcamientos alimentada por el centro de transformación CT2	13
2.3. Resumen presupuesto parcial de la instalación de alumbrado vial y de la zona de aparcamientos	15

### 3. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LA GRÚA DEL

<b>MUELLE NORTE</b>	16
3.1. Armario H1	16
3.2. Armario H2	18
3.3. Armario H3	19
3.4. Receptor y consola radio mando (H4)	20
3.5. Armario H5	21
3.6. Conductores	22
3.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación en baja tensión de la grúa del muelle norte	23

<b>4. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LA GRÚA DEL MUELLE ESTE</b>	24
4.1. Armario H1	24
4.2. Armario H2	26
4.3. Armario H3	27
4.4. Receptor y consola radio mando (H4)	28
4.5. Armario H5	29
4.6. Conductores	30
4.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación en baja tensión de la grúa del muelle Este	31

<b>5. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN BUCLE, DENOMINADO CT1</b>	32
5.1. Obra civil	32
5.2. Aparamenta de alta tensión	33
5.3. Transformadores	34
5.4. Equipos de baja tensión	35
5.5. Sistema de puesta a tierra	35
5.6. Varios	36
5.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación del centro de transformación en bucle, denominado CT1	37

<b>6. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN EXISTENTE ENTRE EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1 Y EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2</b>	38
--	----

<b>7. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN PUNTA, DENOMINADO CT2</b>	39
7.1 Obra civil	39
7.2. Aparamenta de alta tensión	40
7.3. Transformadores	41

7.4. Equipos de baja tensión_____	42
7.5. Sistema de puesta a tierra_____	42
7.6. Varios_____	43
7.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación del centro de transformación en punta, denominado CT2_____	44
<b>8. PRESUPUESTO TOTAL_____</b>	<b>45</b>

**1. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL:**

**1.1. Cuadro principal:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Cuadro principal de medidas 1000x200x700 mm marca ABB o similar	1	1.355,00 €	1.355,00 €
Ud	Interruptor general automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x500 A, regulado a 475 A, con poder de corte 36 kA. Marca Legrand	1	387,90 €	387,90 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x100 A, regulado a 90 A, con poder de corte 36 kA. Marca Legrand	1	310,34 €	310,34 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x16 A con poder de corte 36 kA. Marca Legrand	6	178,54 €	1.071,24 €
Ud	Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x25 A con una sensibilidad de 300 mA. Marca Legrand	6	156,33 €	937,98 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x500 A, regulado a 400 A, con poder de corte 36 kA y protección diferencial con una sensibilidad de 30 mA. Marca Legrand	1	568,00 €	568,00 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad 2x16 A con poder de corte 36 kA. Marca Legrand	1	77,78 €	77,78 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad 2x40 A con poder de corte 36 kA. Marca Legrand	30	90,85 €	2.725,50 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x16 A con poder de corte 36 kA. Marca Legrand	1	178,54 €	178,54 €
Ud	Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x25 A con una sensibilidad de 30 mA. Marca Legrand	1	175,35 €	175,35 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad 2x6 A con poder de corte 36 kA. Marca Legrand	11	36,87 €	405,57 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x100 A con poder de corte 36 kA y protección diferencial con una sensibilidad de 30 mA. Marca Legrand	2	310,34 €	620,68 €
<b>TOTAL</b>				<b>8.813,88 €</b>

**1.2. Subcuadro zona de oficinas:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de distribución 120 módulos de medidas 824x574x140mm, grado de protección IP43 marca ABB o similar	1	343,40 €	343,40 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x100 A con poder de corte 36 kA. Marca Legrand	1	287,65 €	287,65 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x40 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	2	250,35 €	500,70 €
Ud	Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x63 A con una sensibilidad de 30 mA. Marca Legrand	2	228,72 €	457,44 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad 2x16 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	8	38,56 €	308,48 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x16 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	1	90,85 €	90,85 €
Ud	Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x25 A con una sensibilidad de 30 mA. Marca Legrand	1	175,35 €	175,35 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad 2x6 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	8	26,35 €	210,80 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad 2x25 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	7	40,45 €	283,15 €
TOTAL				2.657,82 €

**1.3. Subcuadro sala de exposiciones:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de distribución 120 módulos de medidas 824x574x140mm, grado de protección IP43 marca ABB o similar	1	343,40 €	343,40 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x100 A con poder de corte 36 kA. Marca Legrand	1	287,65 €	287,65 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x25 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	1	170,65 €	170,65 €
Ud	Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x40 A con una sensibilidad de 30 mA. Marca Legrand	1	202,45 €	202,45 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad 2x16 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	8	38,56 €	308,48 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x40 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	1	250,35 €	250,35 €
Ud	Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x63 A con una sensibilidad de 30 mA. Marca Legrand	1	228,72 €	228,72 €
Ud	Interruptores magnetotérmicos de corte bipolar de intensidad 2x6 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	20	26,35 €	527,00 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de intensidad 4x16 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	1	90,85 €	90,85 €
Ud	Interruptor diferencial de corte tetrapolar de intensidad nominal 4x25 A con una sensibilidad de 30 mA. Marca Legrand	1	175,35 €	175,35 €
Ud	Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de intensidad 2x6 A con poder de corte 10 kA. Marca Legrand	7	26,35 €	184,45 €
TOTAL				2.769,35 €

**1.4. Conductores, tubos y canaletas:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 1x1,5 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	3400	0,12 €	408,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 1x2,5 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	3400	0,22 €	748,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	2000	0,36 €	720,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	2000	0,42 €	840,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 2x10 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	950	2,10 €	1.995,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 2x16 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	950	3,00 €	2.850,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x25 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	160	15,00 €	2.400,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x35 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	160	22,00 €	3.520,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x150 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	50	90,00 €	4.500,00 €
m	Tubo PVC corrugado de 16 mm de diámetro	1800	0,12 €	216,00 €
m	Tubo PVC corrugado de 20 mm de diámetro	1800	0,22 €	396,00 €
m	Tubo PVC corrugado de 25 mm de diámetro	500	0,36 €	180,00 €
m	Bandeja perforada PVC de 100x500	3000	1,50 €	4.500,00 €
TOTAL				23.273,00 €



### **1.5. Iluminación y mecanismos:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Luminaria Philips BVP506 1xGRN72-2S/830 A/60	9	62,50 €	562,50 €
Ud	Luminaria Philips FBH026 2xPL-C/4P26W HF	63	57,80 €	3.641,40 €
Ud	Luminaria Philips FBS261 2xPL-C/4P26W HFP C + GBS261 RL	47	54,15 €	2.545,05 €
Ud	Luminaria Philips HPK150 1xHPL-N400W P-NB + GPK150 R	210	120,65 €	25.336,50 €
Ud	Luminaria Philips RC460B W60L60 1xLED28S/840	107	57,80 €	6.184,60 €
Ud	Luminaria Philips TCH329 1xTL8W P	167	45,50 €	7.598,50 €
Ud	Luminaria Philips TCS760 2xTL5-35W HFP AC-MLO	100	42,00 €	4.200,00 €
Ud	Luminaria Philips TWS640 1xTL5-20W HFP AC-MLO	1	48,00 €	48,00 €
Ud	Interruptor con soportes de PVC y mecanismos tipo Simon 28, fijado en la pared	17	7,50 €	127,50 €
Ud	Base de enchufe bipolar (II+T) de 16 A, lateral Schuko, de embornamiento fácil, con conexión a tierra	93	9,50 €	883,50 €
Ud	Caja de tomas de corriente de tipo T-15-1 para 8 módulos de 17,5 mm. Incorpora: -2 bases 2P+T 10/16 A 250 V -2 bases 3P+T 16 A 380-415 V -2 bases 3P+T 32 A 380-415 V	6	42,95 €	257,70 €
TOTAL				51.385,25 €

**1.6. Sistema de puesta a tierra:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Suministro y montaje de sistema de puesta a tierra correspondiente a la colocación de un conductor de cobre desnudo de sección 50 mm <sup>2</sup> enterrado en el perímetro de la nave formado por 17 picas separadas 4 m. La longitud de las picas es de 2 m y el diámetro es de 14 mm	1	689,12 €	689,12 €
TOTAL				689,12 €

**1.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación eléctrica de la nave industrial:**

<b><u>CUADRO PRINCIPAL</u></b>	8.813,88 €
<b><u>SUBCUADRO ZONA DE OFICINAS</u></b>	2.657,82 €
<b><u>SUBCUADRO SALA DE EXPOSICIONES</u></b>	2.769,35 €
<b><u>CONDUCTORES, TUBOS Y CANALETAS</u></b>	23.273,00 €
<b><u>ILUMINACIÓN Y MECANISMOS</u></b>	51.385,25 €
<b><u>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</u></b>	689,12 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>89.588,42 €</b>

## 2. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS:

### 2.1. Instalación de alumbrado vial y de la zona de aparcamientos alimentada por el Centro de Transformación CT1:

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Cuadro de alumbrado público para una potencia máxima de 40 kW, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible de dimensiones exteriores 1000x750x300mm para cuadro de alumbrado y 750x750x300mm para equipo de medida, con tres salidas de tres fases (R-S-T) cada una, protegidas con interruptores automáticos unipolares de intensidad 10 A, contactores 3x10 A, diferenciales reenganchables de 3x25 A y sensibilidad 30 mA e interruptor automático general de 4x80A, incluso regulador de la intensidad de flujo, reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexionado, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	1	1.671,00 €	1.671,00 €
Ud	Punto de luz para alumbrado vial, compuesto de columna marca Philips modelo Málaga, fabricada en P.R.F.V., de 8 m de altura, Ø punta 60mm, puerta con cierre para alojamiento mecanismos, accesorio fijación luminaria, placa base, pernos y tubo flexible colocados en la cimentación, pica T.T. conectada; con luminaria , con lámpara VSAP 100W, incluso equipo auxiliar alto factor (arrancador, condensador y reactancia) con reducción de flujo, cableado interior 2x2,5 mm² RV 0,6/1 kV + R.F. y caja de protección con fusibles. Completamente instalado y probado.	29	359,00 €	10.411,00 €
Ud	Punto de luz para alumbrado zona de aparcamientos, compuesto de columna marca Philips modelo CitySpirit Street, fabricada en P.R.F.V., de 5 m de altura, Ø punta 100mm, puerta con cierre para alojamiento mecanismos, accesorio fijación luminaria, placa base, pernos y tubo flexible colocados en la cimentación, pica T.T. conectada; con luminaria , con lámpara VSAP 60W, incluso equipo auxiliar alto factor (arrancador, condensador y reactancia) con reducción de flujo, cableado interior 2x2,5 mm² RV 0,6/1 kV + R.F. y caja de protección con fusibles.	30	325,25 €	9.757,50 €

m	Línea de cobre para alumbrado vial y zona de aparcamientos formada por 3 conductores de fase y otro neutro de 6mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento RV 0.6/1 KV, incluso 2 conductores (fase+neutro) de 2,5mm <sup>2</sup> de sección para control del reductor de flujo en las lámparas, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	400	11,83 €	4.732,00 €
Ud	Arqueta de registro de 40 x 40 cm y 60 cm de profundidad, de hormigón en masa H-175 y espesor de 15 cm, incluso marco y tapa de fundición de 40 x 40 cm, embocadura de canalizaciones, excavación y transporte de tierras. Totalmente terminada.	59	76,50 €	4.513,50 €
m	Canalización para red de alumbrado bajo calzada, formada por tubo de PVC rígido de diámetro 50mm y cable de tierra RV 0.6/1KV de 1x16mm <sup>2</sup> , colocado en zanja sobre solera de hormigón HM 15 de 5cm, sin cablear, incluso excavación de tierras para formación de la misma con sección 40x80cm, relleno de hormigón HM 15 de 30cm de espesor, y relleno con tierra apisonada procedente de excavación, sin incluir firme de calzada.	7	36,24 €	253,68 €
m	Canalización para red de alumbrado bajo carril zona verde, formada por dos tubos de PVC rígidos de diámetro 50mm y cable de tierra RV 0.6/1KV de 1x16mm <sup>2</sup> , colocados en zanja sin cablear, incluso excavación de tierras para formación de la misma con sección 40x56cm, recubiertos con capa de hormigón HM 15 de 20cm de espesor, y relleno con tierra apisonada procedente de excavación, sin incluir pavimento de acera.	350	28,16 €	9.856,00 €
Ud	Dado cimentación para columna, con hormigón H-175, de dimensiones 50 x 50 x 70 cm, para recibir los pernos de anclaje, incluso excavación y transporte de sobrantes a vertedero y p.p. de encofrado de remates y terminaciones.	59	50,26 €	2.965,34 €
<b>TOTAL</b>				<b>44.160,02 €</b>

**2.2. Instalación de alumbrado vial y de la zona de aparcamientos alimentada por el Centro de Transformación CT2:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Cuadro de alumbrado público para una potencia máxima de 40 kW, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible de dimensiones exteriores 1000x750x300mm para cuadro de alumbrado y 750x750x300mm para equipo de medida, con tres salidas de tres fases (R-S-T) cada una, protegidas con interruptores automáticos unipolares de intensidad 10 A, contactores 3x10 A, diferenciales reenganchables de 3x25 A y sensibilidad 30 mA e interruptor automático general de 4x80A, incluso regulador de la intensidad de flujo, reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexionado, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	1	1.671,00 €	1.671,00 €
Ud	Punto de luz para alumbrado vial, compuesto de columna marca Philips modelo Málaga, fabricada en P.R.F.V., de 8 m de altura, Ø punta 60mm, puerta con cierre para alojamiento mecanismos, accesorio fijación luminaria, placa base, pernos y tubo flexible colocados en la cimentación, pica T.T. conectada; con luminaria , con lámpara VSAP 100W, incluso equipo auxiliar alto factor (arrancador, condensador y reactancia) con reducción de flujo, cableado interior 2x2,5 mm² RV 0,6/1 kV + R.F. y caja de protección con fusibles. Completamente instalado y probado	29	359,00 €	10.411,00 €
Ud	Punto de luz para alumbrado zona de aparcamientos, compuesto de columna marca Philips modelo CitySpirit Street, fabricada en P.R.F.V., de 5 m de altura, Ø punta 100mm, puerta con cierre para alojamiento mecanismos, accesorio fijación luminaria, placa base, pernos y tubo flexible colocados en la cimentación, pica T.T. conectada; con luminaria , con lámpara VSAP 60W, incluso equipo auxiliar alto factor (arrancador, condensador y reactancia) con reducción de flujo, cableado interior 2x2,5 mm² RV 0,6/1 kV + R.F. y caja de protección con fusibles.	23	325,25 €	7.480,75 €

m	Línea de cobre para alumbrado vial y zona de aparcamientos formada por 3 conductores de fase y otro neutro de 6mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento RV 0.6/1 KV, incluso 2 conductores (fase+neutro) de 2,5mm <sup>2</sup> de sección para control del reductor de flujo en las lámparas, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento de Baja Tensión 2002.	450	11,83 €	5.323,50 €
Ud	Arqueta de registro de 40 x 40 cm y 60 cm de profundidad, de hormigón en masa H-175 y espesor de 15 cm, incluso marco y tapa de fundición de 40 x 40 cm, embocadura de canalizaciones, excavación y transporte de tierras. Totalmente terminada.	52	76,50 €	3.978,00 €
m	Canalización para red de alumbrado bajo calzada, formada por tubo de PVC rígido de diámetro 50mm y cable de tierra RV 0.6/1KV de 1x16mm <sup>2</sup> , colocado en zanja sobre solera de hormigón HM 15 de 5cm, sin cablear, incluso excavación de tierras para formación de la misma con sección 40x80cm, relleno de hormigón HM 15 de 30cm de espesor, y relleno con tierra apisonada procedente de excavación, sin incluir firme de calzada.	7	36,24 €	253,68 €
m	Canalización para red de alumbrado bajo carril zona verde, formada por dos tubos de PVC rígidos de diámetro 50mm y cable de tierra RV 0.6/1KV de 1x16mm <sup>2</sup> , colocados en zanja sin cablear, incluso excavación de tierras para formación de la misma con sección 40x56cm, recubiertos con capa de hormigón HM 15 de 20cm de espesor, y relleno con tierra apisonada procedente de excavación, sin incluir pavimento de acera.	400	31,46 €	12.584,00 €
Ud	Dado cimentación para columna, con hormigón H-175, de dimensiones 50 x 50 x 70 cm, para recibir los pernos de anclaje, incluso excavación y transporte de sobrantes a vertedero y p.p. de encofrado de remates y terminaciones.	52	50,26 €	2.613,52 €
<b>TOTAL</b>				<b>44.315,45 €</b>

**2.3. Resumen presupuesto parcial de la instalación de alumbrado vial y de la zona de aparcamientos:**

<b><u>ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS, ALIMENTADOS POR EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1</u></b>	44.160,02 €
<b><u>ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS, ALIMENTADOS POR EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2</u></b>	44.315,45 €
<hr/>	
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>88.475,47 €</b>

**3. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LA GRÚA DEL MUELLE NORTE:**

**3.1. Armario H1:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de medidas 2000x600x500 mm marca Schneider Electric	1	1.355,00 €	1.355,00 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 3P 200A marca Schneider Electric	1	154,25 €	154,25 €
Ud	Relé diferencial 400Vca 50 Hz 30-300 mA marca Scheider Electric	1	268,45 €	268,45 €
Ud	Transformador toroidal 80mm marca Scheider Electric	1	136,24 €	136,24 €
Ud	Base portafusibles tripolar 400V 2A marca Schneider Electric	3	147,26 €	441,78 €
Ud	Analizador redes de alimentación 400V marca Schenider Electric	1	325,46 €	325,46 €
Ud	Transformador de intensidad 200/5 Clase 0,5 marca Saci	3	205,00 €	615,00 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 3P 125A marca Schneider Electric	1	116,35 €	116,35 €
Ud	Conmutador para voltímetro marca Saci	1	32,26 €	32,26 €
Ud	Voltímetro analógico 96x96mm 0-500V	1	89,97 €	89,97 €
Ud	Interruptor automático 3P 63A marca Schneider Electric	1	119,29 €	119,29 €
Ud	Interruptor automático 3P 32A marca Schneider Electric	1	103,05 €	103,05 €
Ud	Transformador trifásico 400/400-230Vca 10 kVA marca Polilux	1	265,48 €	265,48 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 4P 10A marca Schneider Electric	2	65,34 €	130,68 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 16A marca Schneider Electric	1	75,25 €	75,25 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 10A marca Schneider Electric	2	54,68 €	109,36 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 6A marca Schneider Electric	1	34,87 €	34,87 €



Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 2A marca Schneider Electric	2	15,26 €	30,52 €
Ud	Módulo de seguridad 2NA + 2NC + 2 NA temp, Vn 110Vca marca Siemens	1	217,89 €	217,89 €
Ud	Módulo de expansión módulo de seguridad 110 Vca 4NA + 1NC marca Siemens	1	69,10 €	69,10 €
Ud	Contactador tripolar 18A 110Vca marca Schneider Electric	1	86,26 €	86,26 €
Ud	Contactador tripolar 185A 110Vca marca Schneider Electric	1	295,75 €	295,75 €
Ud	Relé enchufable 3 contactos conmutados 24Vcc + Led + Base marca Schneider Electric	10	16,78 €	167,80 €
Ud	Piloto de señalización led 24Vcc color amarillo marca Schneider Electric	1	10,26 €	10,26 €
Ud	Final de carrera para iluminación en armario	1	25,78 €	25,78 €
Ud	Lámpara 220V + toma de corriente incorporada marca Schneider Electric	1	34,41 €	34,41 €
<b>TOTAL</b>				<b>5.310,51 €</b>

### **3.2. Armario H2:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de medidas 2000x1000x500 mm marca Schneider Electric	1	1.560,00 €	1.560,00 €
Ud	Termostato para resistencia de caldeo 1NC marca Schneider Electric	1	23,42 €	23,42 €
Ud	Contactador tripolar 230V 12A marca Schneider Electric	1	60,45 €	60,45 €
Ud	Interruptor automático 2P 16A marca Schneider Electric	1	75,25 €	75,25 €
Ud	Seccionador fusible 100A + monitor de fusibles marca Schneider Electric	3	87,61 €	262,83 €
Ud	Convertidor de frecuencia 37 kW In = 80A marca ABB	2	305,15 €	610,30 €
Ud	Convertidor de frecuencia 5,5 kW In = 12,7A marca ABB	1	227,86 €	227,86 €
Ud	Filtro de entrada marca ABB	3	50,75 €	152,25 €
Ud	Bobina de salida marca ABB	3	62,34 €	187,02 €
Ud	Resistencia de frenado marca ABB	3	42,85 €	128,55 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 3P 1,6...2,5A marca Schneider Electric	3	48,96 €	146,88 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 6A marca Schneider Electric	3	34,87 €	104,61 €
Ud	Contactador tripolar 110Vca + 12A marca Schneider Electric	3	74,26 €	222,78 €
Ud	Relé de sonda térmica PTC Vn 110V marca Schneider Electric	3	16,88 €	50,64 €
Ud	Piloto de señalización led 24Vcc color amarillo marca Schneider Electric	1	10,26 €	10,26 €
Ud	Final de carrera para iluminación en armario	1	25,78 €	25,78 €
Ud	Lámpara 220V + toma de corriente incorporada marca Schneider Electric	1	34,41 €	34,41 €
TOTAL				3.883,29 €

### **3.3. Armario H3:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de medidas 2000x600x500 mm marca Schneider Electric	1	1.355,00 €	1.355,00 €
Ud	Limitador de carga marca Carlo Gavazzi	1	650,45 €	650,45 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 2A marca Schneider	2	15,26 €	30,52 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 4A marca Schneider	4	26,38 €	105,52 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 6A marca Schneider	3	34,87 €	104,61 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 10A marca Schneider	1	54,68 €	54,68 €
Ud	Perfil soporte para S7-300, 480mm de longitud marca Siemens	1	96,75 €	96,75 €
Ud	Fuente de alimentación PS 307, 120-230Vca/24Vcc 5A marca Siemens	1	60,25 €	60,25 €
Ud	CPU 315-2DP con MPI, fuente de alimentación integrada 24Vcc, memoria 128kb, 2 puertos DP MASTER/SLAVE + Micro memory card 128kb. Marca Siemens	1	315,75 €	315,75 €
Ud	Tarjeta de entradas digitales SM321 marca Siemens	2	12,42 €	24,84 €
Ud	Tarjeta de salidas digitales SM322 marca Siemens	1	12,42 €	12,42 €
Ud	Tarjeta de entradas/salidas analógicas Sm 334 marca Siemens	1	10,28 €	10,28 €
Ud	Módulo interface IM151-1 standard ET200S marca Siemens	1	85,75 €	85,75 €
Ud	Módulo de potencia PM-E para ET-200S; 24Vcc con diagnóstico + módulo de terminales TM-P15S23-A0. Marca Siemens	2	75,62 €	151,24 €
Ud	Módulo electrónico entradas digitales ET-200S, 8 ED, 24Vcc + módulo de terminales TM-E15S26-A1. Marca Siemens	10	11,64 €	116,40 €

Ud	Módulo electrónico salidas digitales ET-200S, 8 SD, 24Vcc + módulo de terminales TM-E15S26-A1. Marca Siemens	5	12,64 €	63,20 €
Ud	Piloto de señalización led 24Vcc color amarillo marca Schneider Electric	1	10,26 €	10,26 €
Ud	Final de carrera para iluminación en armario	1	25,78 €	25,78 €
Ud	Lámpara 220V + toma de corriente incorporada marca Schneider Electric	1	34,41 €	34,41 €
<b>TOTAL</b>				<b>3.308,11 €</b>

#### **3.4. Receptor y consola radio mando (H4):**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Receptor radio mando marca Ikusi	1	790,00 €	790,00 €
Ud	Consola radio mando Marca Ikusi	1	965,00 €	965,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>1.755,00 €</b>

### **3.5. Armario H5:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de medidas 1000x500x500 mm marca Schneider Electric	1	925,00 €	925,00 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 2A marca Schneider Electric	1	15,26 €	15,26 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 6A marca Schneider Electric	5	34,87 €	174,35 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 10A marca Schneider Electric	4	54,68 €	218,72 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 16A marca Schneider Electric	4	75,25 €	301,00 €
Ud	Selector de levas marca Schneider Electric	3	38,28 €	114,84 €
Ud	Fuente de alimentación 230V-24Vcc 5A marca Schneider Electric	2	50,47 €	100,94 €
Ud	Controlador - Indicador digital para anemómetro Vn = 110Vca, salida analógica 0-20mA. Marca Carlo Gavazzi	1	112,26 €	112,26 €
Ud	Anemómetro marca Carlo Gavazzi	1	255,65 €	255,65 €
Ud	Módulo interface IM151-1 standard ET200S marca Siemens	1	85,75 €	85,75 €
Ud	Módulo de potencia PM-E para ET-200S; 24Vcc con diagnóstico + módulo de terminales TM-P15S23-A0. Marca Siemens	2	75,62 €	151,24 €
Ud	Módulo electrónico entradas digitales ET-200S, 8 ED, 24Vcc + módulo de terminales TM-E15S26-A1. Marca Siemens	8	12,64 €	101,12 €
Ud	Módulo electrónico salidas digitales ET-200S, 8 SD, 24Vcc + módulo de terminales TM-E15S26-A1. Marca Siemens	5	12,64 €	63,20 €
Ud	Lámpara 220V + toma de corriente incorporada marca Schneider Electric	1	34,41 €	34,41 €
TOTAL				2.653,74 €

### **3.6. Conductores:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 1x2,5 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	120	0,22 €	26,40 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x2,5 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	50	1,16 €	58,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	4	0,36 €	1,44 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x4 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	20	4,50 €	90,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x25mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	3	14,00 €	42,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x35mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	2	20,00 €	40,00 €
TOTAL				257,84 €

**3.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación en Baja Tensión de la Grúa del Muelle Norte:**

<b><u>ARMARIO H1</u></b>	5.310,51 €
<b><u>ARMARIO H2</u></b>	3.883,29 €
<b><u>ARMARIO H3</u></b>	3.308,11 €
<b><u>CUADRO H4</u></b>	1.755,00 €
<b><u>ARMARIO H5</u></b>	2.653,74 €
<b><u>CONDUCTORES</u></b>	257,84 €
<hr/>	
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>17.168,49 €</b>

**4. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE LA GRÚA DEL MUELLE ESTE:**

**4.1. Armario H1:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de medidas 2000x600x500 mm marca Schneider Electric	1	1.355,00 €	1.355,00 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 3P 200A marca Schneider Electric	1	154,25 €	154,25 €
Ud	Relé diferencial 400Vca 50 Hz 30-300 mA marca Scheider Electric	1	268,45 €	268,45 €
Ud	Transformador toroidal 80mm marca Scheider Electric	1	136,24 €	136,24 €
Ud	Base portafusibles tripolar 400V 2A marca Schneider Electric	3	147,26 €	441,78 €
Ud	Analizador redes de alimentación 400V marca Schenider Electric	1	325,46 €	325,46 €
Ud	Transformador de intensidad 200/5 Clase 0,5 marca Saci	3	205,00 €	615,00 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 3P 125A marca Schneider Electric	1	116,35 €	116,35 €
Ud	Conmutador para voltímetro marca Saci	1	32,26 €	32,26 €
Ud	Voltímetro analógico 96x96mm 0-500V	1	89,97 €	89,97 €
Ud	Interruptor automático 3P 63A marca Schneider Electric	1	119,29 €	119,29 €
Ud	Interruptor automático 3P 32A marca Schneider Electric	1	103,05 €	103,05 €
Ud	Transformador trifásico 400/400-230Vca 10 kVA marca Polilux	1	265,48 €	265,48 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 4P 10A marca Schneider Electric	2	65,34 €	130,68 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 16A marca Schneider Electric	1	75,25 €	75,25 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 10A marca Schneider Electric	2	54,68 €	109,36 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 6A marca Schneider Electric	1	34,87 €	34,87 €



Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 2A marca Schneider Electric	2	15,26 €	30,52 €
Ud	Módulo de seguridad 2NA + 2NC + 2 NA temp, Vn 110Vca marca Siemens	1	217,89 €	217,89 €
Ud	Módulo de expansión módulo de seguridad 110 Vca 4NA + 1NC marca Siemens	1	69,10 €	69,10 €
Ud	Contactador tripolar 18A 110Vca marca Schneider Electric	1	86,26 €	86,26 €
Ud	Contactador tripolar 185A 110Vca marca Schneider Electric	1	295,75 €	295,75 €
Ud	Relé enchufable 3 contactos conmutados 24Vcc + Led + Base marca Schneider Electric	10	16,78 €	167,80 €
Ud	Piloto de señalización led 24Vcc color amarillo marca Schneider Electric	1	10,26 €	10,26 €
Ud	Final de carrera para iluminación en armario	1	25,78 €	25,78 €
Ud	Lámpara 220V + toma de corriente incorporada marca Schneider Electric	1	34,41 €	34,41 €
<b>TOTAL</b>				<b>5.310,51 €</b>

#### **4.2. Armario H2:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de medidas 2000x1000x500 mm marca Schneider Electric	1	1.560,00 €	1.560,00 €
Ud	Termostato para resistencia de caldeo 1NC marca Schneider Electric	1	23,42 €	23,42 €
Ud	Contactador tripolar 230V 12A marca Schneider Electric	1	60,45 €	60,45 €
Ud	Interruptor automático 2P 16A marca Schneider Electric	1	75,25 €	75,25 €
Ud	Seccionador fusible 100A + monitor de fusibles marca Schneider Electric	3	87,61 €	262,83 €
Ud	Convertidor de frecuencia 37 kW In = 80A marca ABB	2	305,15 €	610,30 €
Ud	Convertidor de frecuencia 5,5 kW In = 12,7A marca ABB	1	227,86 €	227,86 €
Ud	Filtro de entrada marca ABB	3	50,75 €	152,25 €
Ud	Bobina de salida marca ABB	3	62,34 €	187,02 €
Ud	Resistencia de frenado marca ABB	3	42,85 €	128,55 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 3P 1,6...2,5A marca Schneider Electric	3	48,96 €	146,88 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 6A marca Schneider Electric	3	34,87 €	104,61 €
Ud	Contactador tripolar 110Vca + 12A marca Schneider Electric	3	74,26 €	222,78 €
Ud	Relé de sonda térmica PTC Vn 110V marca Schneider Electric	3	16,88 €	50,64 €
Ud	Piloto de señalización led 24Vcc color amarillo marca Schneider Electric	1	10,26 €	10,26 €
Ud	Final de carrera para iluminación en armario	1	25,78 €	25,78 €
Ud	Lámpara 220V + toma de corriente incorporada marca Schneider Electric	1	34,41 €	34,41 €
<b>TOTAL</b>				<b>3.883,29 €</b>

#### **4.3. Armario H3:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de medidas 2000x600x500 mm marca Schneider Electric	1	1.355,00 €	1.355,00 €
Ud	Limitador de carga marca Carlo Gavazzi	1	650,45 €	650,45 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 2A marca Schneider	2	15,26 €	30,52 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 4A marca Schneider	4	26,38 €	105,52 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 6A marca Schneider	3	34,87 €	104,61 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 10A marca Schneider	1	54,68 €	54,68 €
Ud	Perfil soporte para S7-300, 480mm de longitud marca Siemens	1	96,75 €	96,75 €
Ud	Fuente de alimentación PS 307, 120-230Vca/24Vcc 5A marca Siemens	1	60,25 €	60,25 €
Ud	CPU 315-2DP con MPI, fuente de alimentación integrada 24Vcc, memoria 128kb, 2 puertos DP MASTER/SLAVE + Micro memory card 128kb. Marca Siemens	1	315,75 €	315,75 €
Ud	Tarjeta de entradas digitales SM321 marca Siemens	2	12,42 €	24,84 €
Ud	Tarjeta de salidas digitales SM322 marca Siemens	1	12,42 €	12,42 €
Ud	Tarjeta de entradas/salidas analógicas Sm 334 marca Siemens	1	10,28 €	10,28 €
Ud	Módulo interface IM151-1 standard ET200S marca Siemens	1	85,75 €	85,75 €
Ud	Módulo de potencia PM-E para ET-200S; 24Vcc con diagnóstico + módulo de terminales TM-P15S23-A0. Marca Siemens	2	75,62 €	151,24 €
Ud	Módulo electrónico entradas digitales ET-200S, 8 ED, 24Vcc + módulo de terminales TM-E15S26-A1. Marca Siemens	10	11,64 €	116,40 €

Ud	Módulo electrónico salidas digitales ET-200S, 8 SD, 24Vcc + módulo de terminales TM-E15S26-A1. Marca Siemens	5	12,64 €	63,20 €
Ud	Piloto de señalización led 24Vcc color amarillo marca Schneider Electric	1	10,26 €	10,26 €
Ud	Final de carrera para iluminación en armario	1	25,78 €	25,78 €
Ud	Lámpara 220V + toma de corriente incorporada marca Schneider Electric	1	34,41 €	34,41 €
<b>TOTAL</b>				<b>3.308,11 €</b>

#### **4.4. Receptor y consola radio mando (H4):**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Receptor radio mando marca Ikusi	1	790,00 €	790,00 €
Ud	Consola radio mando Marca Ikusi	1	965,00 €	965,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>1.755,00 €</b>

#### **4.5. Armario H5:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Armario de medidas 1000x500x500 mm marca Schneider Electric	1	925,00 €	925,00 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 2A marca Schneider Electric	1	15,26 €	15,26 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 6A marca Schneider Electric	5	34,87 €	174,35 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 10A marca Schneider Electric	4	54,68 €	218,72 €
Ud	Interruptor automático magnetotérmico 2P 16A marca Schneider Electric	4	75,25 €	301,00 €
Ud	Selector de levas marca Schneider Electric	3	38,28 €	114,84 €
Ud	Fuente de alimentación 230V-24Vcc 5A marca Schneider Electric	2	50,47 €	100,94 €
Ud	Controlador - Indicador digital para anemómetro Vn = 110Vca, salida analógica 0-20mA. Marca Carlo Gavazzi	1	112,26 €	112,26 €
Ud	Anemómetro marca Carlo Gavazzi	1	255,65 €	255,65 €
Ud	Módulo interface IM151-1 standard ET200S marca Siemens	1	85,75 €	85,75 €
Ud	Módulo de potencia PM-E para ET-200S; 24Vcc con diagnóstico + módulo de terminales TM-P15S23-A0. Marca Siemens	2	75,62 €	151,24 €
Ud	Módulo electrónico entradas digitales ET-200S, 8 ED, 24Vcc + módulo de terminales TM-E15S26-A1. Marca Siemens	8	12,64 €	101,12 €
Ud	Módulo electrónico salidas digitales ET-200S, 8 SD, 24Vcc + módulo de terminales TM-E15S26-A1. Marca Siemens	5	12,64 €	63,20 €
Ud	Lámpara 220V + toma de corriente incorporada marca Schneider Electric	1	34,41 €	34,41 €
TOTAL				2.653,74 €

#### **4.6. Conductores:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 1x2,5 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	120	0,22 €	26,40 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x2,5 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	50	1,16 €	58,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	4	0,36 €	1,44 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x4 mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	20	4,50 €	90,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x25mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	3	14,00 €	42,00 €
m	Cable tipo RZ1-K(AS) de 4x35mm <sup>2</sup> de sección, de conductor Cu	2	20,00 €	40,00 €
TOTAL				257,84 €

**4.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación en Baja Tensión de la Grúa del Muelle Este:**

<b><u>ARMARIO H1</u></b>	5.310,51 €
<b><u>ARMARIO H2</u></b>	3.883,29 €
<b><u>ARMARIO H3</u></b>	3.308,11 €
<b><u>CUADRO H4</u></b>	1.755,00 €
<b><u>ARMARIO H5</u></b>	2.653,74 €
<b><u>CONDUCTORES</u></b>	257,84 €
<hr/>	
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>17.168,49 €</b>

5. **PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN BUCLE, DENOMINADO CT1:**

**5.1. Obra Civil:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Edificio de hormigón modular modelo EHM36-6T3LD, de dimensiones exteriores 12.000 x 3.000 y altura vista 3.130 mm, incluyendo su transporte y montaje.	1	23.160,00 €	23.160,00 €
Ud	Excavación de foso de dimensiones 3.500 x 12.500 mm para alojar el edificio prefabricado modular EHM36-6, con un lecho de arena nivelada de 150 mm (quedando una profundidad de foso libre de 700 mm) y acondicionamiento perimetral una vez montado	1	1.288,00 €	1.288,00 €
TOTAL				24.448,00 €



## **5.2. Aparamenta de Alta Tensión:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Compacto Schneider Electric gama CAS 36, modelo CAS 410 (3L), referencia CAS410A, inmerso en atmósfera de hexafluoruro de azufre, para tres funciones de línea de 400 A preparada para acoplamiento con celdas SM6	1	12.321,00 €	12.321,00 €
Ud	Cabina de remonte de barras Schneider Electric gama SM6, modelo GEM, referencia GEM3616, para la unión superior por cables entre celdas CAS y SM6, bornas, cables y terminales incluidos instalados.	1	1.433,00 €	1.433,00 €
Ud	Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda CAS.	2	751,00 €	1.502,00 €
Ud	Cabina disyuntor Schneider Electric gama SM6, modelo DM1D, referencia JLJDM1DPF3616L, con seccionador en SF6, mando CS1, disyuntor SFSET en SF6 de 400 A con Mitop, mando RI manual, indicadores de tensión y 3 toroidales, cajón de BT con relé VIP 30 cableado e instalado	1	16.711,00 €	16.711,00 €
Ud	Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBCA, referencia JLJGBCA333616L, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión instalados.	1	9.233,00 €	9.233,00 €
Ud	Cabina disyuntor Schneider Electric gama SM6, modelo DM1C, referencia JLJDM1CT3616L, con seccionador en SF6 con bobina de disparo adicional para protección térmica, mando CS1, disyuntor SF1 en SF6 de 400 A con bobina de apertura para relé Sepam, mando RI manual, indicadores de tensión y 3 toroidales, incluye kit de referencia JLJKITSEP1D36/S20 conteniendo un cajón de BT y relé SEPAM S20, cableado e instalado.	2	19.145,00 €	38.290,00 €
TOTAL				79.490,00 €

### **5.3. Transformadores:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Transformador reductor de llenado integral, marca Schneider Electric, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428). Potencia nominal: 250 kVA. Relación: 25/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 4,5 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: JLI1UN0250KZ	2	10.470,00 €	20.940,00 €
Ud	Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 18/30 kV, de 150 mm <sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	2	1.015,00 €	2.030,00 €
Ud	Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 1x300mm <sup>2</sup> para las fases y de 1x150mm <sup>2</sup> para el neutro	1	950,00 €	950,00 €
Ud	Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 1x240mm <sup>2</sup> para las fases y de 1x240mm <sup>2</sup> para el neutro	1	825,00 €	825,00 €
Ud	Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.	2	120,00 €	240,00 €
TOTAL				24.985,00 €

#### **5.4. Equipos de Baja Tensión:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	1	4.335,00 €	4.335,00 €
TOTAL				4.335,00 €

#### **5.5. Sistema de puesta a tierra:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Tierras exteriores código 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado.	2	953,33 €	1.906,66 €
Ud	Tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm <sup>2</sup> de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado.	1	1.429,00 €	1.429,00 €
TOTAL				3.335,66 €

**5.6. Varios:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	2	358,00 €	716,00 €
Ud	Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	1	358,00 €	358,00 €
Ud	Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	1	150,00 €	150,00 €
Ud	Banqueta aislante para maniobrar aparamenta.	1	195,00 €	195,00 €
Ud	Par de guantes de maniobra.	1	87,00 €	87,00 €
Ud	Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	2	16,00 €	32,00 €
Ud	Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1	16,00 €	16,00 €
TOTAL				1.554,00 €

**5.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación del Centro de Transformación en bucle, denominado CT1:**

<b><u>OBRA CIVIL</u></b>	24.448,00 €
<b><u>APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN</u></b>	79.490,00 €
<b><u>TRANSFORMADORES</u></b>	24.985,00 €
<b><u>EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN</u></b>	4.335,00 €
<b><u>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</u></b>	3.335,66 €
<b><u>VARIOS</u></b>	1.554,00 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>138.147,66 €</b>

**6. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EXISTENTE ENTRE EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1 Y EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Apertura de zanja de 0,35 x 0,8 m a máquina en tierra e instalación de 3 tubos de 160 mm de diámetro. Comprende la apertura y demolición de 1 m de zanja, retiro de tierras sobrantes, llenado e instalación de cinta de señalización.	6	39,00 €	234,00 €
m	Suministro y tendido de línea de media tensión formada por conductores de aluminio rígido tipo HEPRZ1 12/20kV KAL + H16 de 3x(1x150)mm <sup>2</sup> de sección, según normas de la compañía suministradora.	742	14,00 €	10.388,00 €
Ud	Suministro y montaje de conjunto de 3 empalmes unipolares en conductor de aluminio con aislamiento seco HEPRZ1 12/20kV, de 1x150 mm <sup>2</sup> de sección.	2	425,89 €	851,78 €
Ud	Suministro y montaje de juego de tres botellas terminales de interior, tipo enchufables en T para cable Al - HEPRZ1 12/20kV, 1x150 mm <sup>2</sup> de sección.	2	574,24 €	1.148,48 €
<b>PRESUPUESTO PARCIAL DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN</b>				<b>12.622,26 €</b>

**7. PRESUPUESTO PARCIAL DE LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN PUNTA, DENOMINADO CT2:**

**7.1. Obra Civil:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Edificio de hormigón modular modelo EHM36-5T2D, de dimensiones exteriores 9.600 x 3.000 y altura vista 3.130 mm, incluyendo su transporte y montaje.	1	21.460,00 €	21.460,00 €
Ud	Excavación de foso de dimensiones 3.500 x 12.500 mm para alojar el edificio prefabricado modular EHM36-6, con un lecho de arena nivelada de 150 mm (quedando una profundidad de foso libre de 700 mm) y acondicionamiento perimetral una vez montado	1	1.288,00 €	1.288,00 €
TOTAL				22.748,00 €

### **7.2. Aparamenta de Alta Tensión:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Cabina de remonte de cables con seccionador p.a.t. Schneider Electric gama SM6, modelo GAM, referencia GAM3616, con indicador presencia de tensión y mando CC manual instalados.	1	2.063,00 €	2.063,00 €
Ud	Cabina ruptofusible Schneider Electric gama SM6, modelo QM, referencia QM3616, 400A con interruptor-seccionador en SF6 con bobina de apertura, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t., mando CI1 manual, Kit de referencia KITPFNQM36 compuesto de cajón de BT y relé de protección indirecta, indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados.	1	9.042,00 €	9.042,00 €
Ud	Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia JLGBC2C333616L, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco instalados.	1	9.233,00 €	9.233,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>20.338,00 €</b>



### **7.3. Transformadores:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Transformador reductor de llenado integral, marca Schneider Electric, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428). Potencia nominal: 250 kVA. Relación: 25/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 4,5 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: JLJ1UN0250KZ	1	10.470,00 €	10.470,00 €
Ud	Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 18/30 kV, de 150 mm <sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	1	1.015,00 €	1.015,00 €
Ud	Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 1x240mm <sup>2</sup> para las fases y de 1x240mm <sup>2</sup> para el neutro	1	825,00 €	825,00 €
Ud	Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.	1	120,00 €	120,00 €
TOTAL				12.430,00 €

#### **7.4. Equipos de Baja Tensión:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	1	4.335,00 €	4.335,00 €
TOTAL				4.335,00 €

#### **7.5. Sistema de puesta a tierra:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Tierras exteriores código 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado.	2	953,33 €	1.906,66 €
Ud	Tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm <sup>2</sup> de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado.	1	1.128,00 €	1.128,00 €
TOTAL				3.034,66 €

**7.6. Varios:**

UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ud	Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	2	358,00 €	716,00 €
Ud	Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	1	358,00 €	358,00 €
Ud	Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	1	150,00 €	150,00 €
Ud	Banqueta aislante para maniobrar aparamenta.	1	195,00 €	195,00 €
Ud	Par de guantes de maniobra.	1	87,00 €	87,00 €
Ud	Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	2	16,00 €	32,00 €
Ud	Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1	16,00 €	16,00 €
TOTAL				1.554,00 €

**7.7. Resumen presupuesto parcial de la instalación del Centro de Transformación en punta, denominado CT2:**

<b><u>OBRA CIVIL</u></b>	22.748,00 €
<b><u>APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN</u></b>	20.338,00 €
<b><u>TRANSFORMADORES</u></b>	12.430,00 €
<b><u>EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN</u></b>	4.335,00 €
<b><u>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</u></b>	3.034,66 €
<b><u>VARIOS</u></b>	1.554,00 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>64.439,66 €</b>

**8. PRESUPUESTO TOTAL:**

**PRESUPUESTO PARCIAL NAVE INDUSTRIAL** 89.588,42 €

**PRESUPUESTO PARCIAL ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS** 88.475,47 €

**PRESUPUESTO PARCIAL GRÚA MUELLE NORTE** 17.168,49 €

**PRESUPUESTO PARCIAL GRÚA MUELLE ESTE** 17.168,49 €

**PRESUPUESTO PARCIAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1** 138.147,66 €

**PRESUPUESTO PARCIAL LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EXISTENTE ENTRE CT1 Y CT2** 12.622,26 €

**PRESUPUESTO PARCIAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2** 64.439,66 €

---

**PRESUPUESTO FINAL 427.610,45 €**

# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

## **DOCUMENTO Nº5: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **TITULACIÓN:**

Ingeniería Industrial

### **AUTOR:**

José Ángel Tomás Gabarrón

### **DIRECTOR:**

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

FECHA: mayo, 2012

## ÍNDICE

<b>1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES</b>	<b>7</b>
1.1. Condiciones facultativas	7
1.1.1. Técnico director de obra	7
1.1.2. Constructor o instalador	8
1.1.3. Verificación de los documentos del proyecto	8
1.1.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo	9
1.1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra	9
1.1.6. Trabajos no estipulados expresamente	9
1.1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto	10
1.1.8. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa	10
1.1.9. Faltas de personal	10
1.1.10. Caminos y accesos	10
1.1.11. Replanteo	11
1.1.12. Comienzo de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos	11
1.1.13. Orden de los trabajos	11
1.1.14. Facilidades para otros contratistas	11
1.1.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	12
1.1.16. Prórroga por causa de fuerza mayor	12
1.1.17. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	12
1.1.18. Condiciones generales de ejecución de los trabajos	12
1.1.19. Obras ocultas	12
1.1.20. Trabajos defectuosos	13
1.1.21. Vicios ocultos	13
1.1.22. De los materiales y los aparatos. Su procedencia	13
1.1.23. Materiales no utilizables	14
1.1.24. Gastos ocasionales por pruebas y ensayos	14
1.1.25. Limpieza de obras	14
1.1.26. Documentación final de la obra	14
1.1.27. Plazo de garantía	14
1.1.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente	15
1.1.29. De la recepción definitiva	15

1.1.30. Prórroga del plazo de garantía_____	15
1.1.31. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida_____	15
1.2. Condiciones económicas_____	15
1.2.1. Composición de los precios unitarios_____	15
1.2.2. Precio de contrata_____	16
1.2.3. Precios contradictorios_____	17
1.2.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas_____	17
1.2.5. De la revisión de los precios contratados_____	17
1.2.6. Acopio de materiales_____	18
1.2.7. Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores_____	18
1.2.8. Relaciones valoradas y certificaciones_____	18
1.2.9. Mejora de obras libremente ejecutadas_____	19
1.2.10. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada_____	19
1.2.11. Pagos_____	20
1.2.12. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras_____	20
1.2.13. Demora de los pagos_____	20
1.2.14. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios_____	20
1.2.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables_____	21
1.2.16. Seguro de obras_____	21
1.2.17. Conservación de la obra_____	21
1.2.18. Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario_____	22

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS APLICABLES A LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

<b>DE BAJA TENSIÓN DE LAS GRÚAS Y LA NAVE_____</b>	<b>23</b>
2.1. Calidades y características de los materiales empleados en la instalación_____	23
2.1.1. Generalidades_____	23
2.1.2. Conductores eléctricos_____	23
2.1.2.1. Línea general de alimentación_____	23
2.1.2.2. Derivaciones individuales_____	23
2.1.2.3. Circuitos interiores_____	24
2.1.3. Canalizaciones conductores de neutro_____	24
2.1.4. Conductores de protección_____	25



2.1.5. Identificación de los conductores_____	25
2.1.6. Tubos protectores_____	26
2.1.6.1. Clases de tubos a emplear_____	26
2.1.6.2. Diámetro de los tubos y nº de conductores por cada uno de ellos_	26
2.2. Normas de ejecución de las instalaciones_____	27
2.2.1. Colocación de los tubos_____	27
2.2.1.1. Prescripciones generales_____	27
2.2.1.2. Tubos en montaje superficial_____	28
2.2.1.3. Tubos empotrados_____	28
2.2.2. Cajas de empalme y derivación_____	29
2.2.3. Aparatos de mando y maniobra_____	30
2.2.4. Aparatos de protección_____	30
2.2.4.1. Protección contra sobreintensidades_____	30
2.2.4.2. Aplicación_____	30
2.2.4.3. Protección contra sobrecargas_____	30
2.2.4.4. Protección contra cortocircuitos_____	31
2.2.4.5. Situación y composición_____	31
2.2.4.6. Normas aplicables_____	31
2.2.5. Instalaciones de puesta a tierra_____	35
2.2.5.1. Naturaleza y secciones mínimas_____	35
2.2.5.2. Tendido de los conductores_____	36
2.2.5.3. Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masa y con los electrodos_____	36
2.2.5.4. Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra_____	36
2.2.6. Alumbrado_____	37
2.2.6.1. Alumbrados especiales_____	37
2.2.6.2. Alumbrados generales_____	37
2.3. Pruebas, ensayos y verificaciones reglamentarias_____	38
2.3.1. Comprobación de la puesta a tierra_____	38
2.3.2. Resistencia de aislamiento_____	38
2.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad_____	38
2.5. Certificados y documentos_____	39

<b>3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS APLICABLES A LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS</b>	<b>40</b>
3.1. Calidad de los materiales	40
3.1.1. Conductores	40
3.1.2. Apoyos	41
3.1.3. Luminarias	42
3.1.4. Lámparas, equipos y protecciones	42
3.1.4.1. Lámparas de vapor de Mercurio	42
3.1.4.2. Lámparas de vapor de Sodio	43
3.1.4.3. Condiciones de recepción de las lámparas	44
3.1.4.4. Reactancias, condensadores y arrancadores	44
3.1.4.5. Condiciones de recepción de reactancias, condensadores, etc.	46
3.1.5. Obra Civil	47
3.2. Normas de ejecución de las instalaciones	48
3.2.1. Obra Civil: zanjas, arquetas y cimentaciones	48
3.2.2. Instalación de apoyos	48
3.2.3. Instalación eléctrica	49
3.3. Recepción de las instalaciones y pruebas	50
3.4. Certificados y documentos	51
 <b>4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS APLICABLES A LAS INSTALACIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN CT1 Y CT2</b>	 <b>52</b>
4.1. Calidad de los materiales	52
4.1.1. Obra Civil	52
4.1.2. Aparamenta de Alta Tensión	52
4.1.2.1. Celdas CAS	52
4.1.2.2. Celdas SM6	54
4.1.3. Transformadores	57
4.1.4. Equipos de medida	57
4.1.4.1. Contadores	57
4.1.4.2. Cableado	58
4.2. Normas de ejecución de las instalaciones	58
4.3. Pruebas reglamentarias	58
4.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	59

4.4.1. Prevenciones generales_____	59
4.4.2. Puesta en servicio_____	60
4.4.3. Separación de servicio_____	60
4.4.4. Prevenciones especiales_____	60
4.5. Certificados y documentos_____	61
4.6. Libro de órdenes_____	61

## **1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES:**

### **1.1. Condiciones facultativas:**

#### **1.1.1. Técnico director de obra:**

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

### **1.1.2. Constructor o instalador:**

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **1.1.3. Verificación de los documentos del proyecto:**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

#### **1.1.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo:**

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

#### **1.1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra:**

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de calificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

#### **1.1.6. Trabajos no estipulados expresamente:**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

#### **1.1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto:**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

#### **1.1.8. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa:**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

#### **1.1.9. Faltas de personal:**

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

#### **1.1.10. Caminos y accesos:**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

#### **1.1.11. Replanteo:**

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez éste haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

#### **1.1.12. Comienzo de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos:**

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas de la manera necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos, al menos con tres días de antelación.

#### **1.1.13. Orden de los trabajos:**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### **1.1.14. Facilidades para otros contratistas:**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.



#### **1.1.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor:**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

#### **1.1.16. Prórroga por causa de fuerza mayor:**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### **1.1.17. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra:**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### **1.1.18. Condiciones generales de ejecución de los trabajos:**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

#### **1.1.19. Obras ocultas:**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### **1.1.20. Trabajos defectuosos:**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

#### **1.1.21. Vicios ocultos:**

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

#### **1.1.22. De los materiales y los aparatos. Su procedencia:**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### **1.1.23. Materiales no utilizables:**

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particular vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

#### **1.1.24. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos:**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### **1.1.25. Limpieza de las obras:**

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

#### **1.1.26. Documentación final de la obra:**

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

#### **1.1.27. Plazo de garantía:**

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

#### **1.1.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente:**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

#### **1.1.29. De la recepción definitiva:**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

#### **1.1.30. Prórroga del plazo de garantía:**

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

#### **1.1.31. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida:**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

### **1.2. Condiciones económicas:**

#### **1.2.1. Composición de los precios unitarios:**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.

- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece en un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

#### **1.2.2. Precio de contrata:**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el

coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

### **1.2.3. Precios contradictorios:**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **1.2.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas:**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

### **1.2.5. De la revisión de los precios contratados:**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

#### **1.2.6. Acopio de materiales:**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario, son de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

#### **1.2.7. Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores:**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

#### **1.2.8. Relaciones valoradas y certificaciones:**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en

el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

#### **1.2.9. Mejora de obras libremente ejecutadas:**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### **1.2.10. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada:**

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de



seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

#### **1.2.11. Pagos:**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

#### **1.2.12. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras:**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (‰) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

#### **1.2.13. Demora de los pagos:**

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

#### **1.2.14. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios:**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### **1.2.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables:**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

#### **1.2.16. Seguro de las obras:**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

#### **1.2.17. Conservación de la obra:**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo mediante la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

#### **1.2.18. Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario:**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS APLICABLES A LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN DE LAS GRÚAS Y LA NAVE:**

### **2.1. Calidades y características de los materiales empleados en la instalación:**

#### **2.1.1. Generalidades**

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este punto 2 del Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

#### **2.1.2. Conductores eléctricos:**

##### *2.1.2.1. Línea general de alimentación:*

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento de 0,6/1kV. La sección mínima de dichos cables será de 10mm<sup>2</sup> en cobre o 16mm<sup>2</sup> en aluminio.

Según la ITC-BT-14 en su apartado 1, las líneas generales de alimentación estarán construidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN-60.439-2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

##### *2.1.2.2. Derivaciones Individuales:*

Según la ITC-BT-15 en su apartado 1, las derivaciones individuales estarán construidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.

- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439.2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyecciones y contruados al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 450/750 V. Para el caso de multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1kV. La sección mínima de los conductores será de 6mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección.

Según la Instrucción ITC-BT-16, con objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes, se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control. El color de identificación de dicho cable será rojo y su sección mínima será de 1,5mm<sup>2</sup>.

#### **2.1.2.3. Circuitos interiores:**

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores serán de cobre aislados, siendo su tensión nominal de aislamiento de 750 V.

La sección mínima de estos conductores será la fijada por la instrucción ITC-BT-19.

En caso de que vayan montados sobre aisladores, los conductores podrán ser de cobre o aluminio desnudos, según lo indicado en la ITC-BT-20.

Los conductores desnudos o aislados, de sección superior a 16 milímetros cuadrados, que sean sometidos a tracción mecánica de tensado, se emplearán en forma de cables.

#### **2.1.3. Canalizaciones Conductores de neutro:**

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a las de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10mm<sup>2</sup> para cobre y de 16mm<sup>2</sup> para aluminio.

#### **2.1.4. Conductores de protección**

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la CGP, por la misma conducción por donde discurra la línea general de alimentación se dispondrá el correspondiente conductor de protección.

Según la instrucción ITC-BT-26, en su apartado 6.1.2., los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atraviere partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

#### **2.1.5. Identificación de los conductores**

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para evitar el conductor de protección.
- Amarillo – verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

## **2.1.6. Tubos protectores**

### **2.1.6.1. Clases de tubos a emplear:**

Las líneas generales de alimentación se instalarán en tubos con grado de resistencia al choque no inferior a 7, según la Norma UNE 20324. Cuando la alimentación sea desde la red aérea y la CGP se coloque en la fachada, los conductores de la línea general de alimentación estarán protegidos con tubo rígido aislante, curvable en calientes e incombustible, con grado de resistencia al choque no inferior a 7, desde la centralización de contadores.

En edificios de hasta 12 viviendas por escalera, las derivaciones individuales se podrán instalar directamente empotradas con tubo flexible autoextinguible y no programador de la llama. En los demás casos, discurrirán por el interior de canaladuras empotradas o adosadas al hueco de la escalera, instalándose cada derivación individual en un tubo aislante rígido autoextinguible y no programados de llama, de grado de protección mecánica 5 si es rígido, y 7 si es flexible. La parte de las derivaciones individuales que discurra por fuera de la canaladura irá bajo tubo empotrado.

Los tubos empleados en la instalación interior de las viviendas serán aislantes flexibles normales en instalación empotrada.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60°C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70°C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

### **2.1.6.2. Diámetro de los tubos y nº de conductores por cada uno de ellos:**

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC-BT-21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

## **2.2. Normas de ejecución en las instalaciones:**

### **2.2.1. Colocación de tubos:**

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC-BT-21:

#### **2.2.1.1. Prescripciones generales:**

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estancada.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086-2-2.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre los registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materiales susceptibles de oxidación y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicarán a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos



metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

#### *2.2.1.2. Tubos en montaje superficial:*

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será como máximo 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse en los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

#### *2.2.1.3. Tubos empotrados:*

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo aplicarse posteriormente el enlucido de los mismos.
- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor,

como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0,5 cm.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o “tes” apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer de los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

#### **2.2.2. Cajas de empalme y derivación:**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante, o si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40mm para su profundidad y 80mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables, deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a  $6\text{mm}^2$  deberán conectarse por medio de cualquier sistema mediante el cual no queden sometidos a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bornes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente

mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

### **2.2.3. Aparatos de mando y maniobra:**

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales que estarán marcadas en un lugar visible.

### **2.2.4. Aparatos de protección:**

#### **2.2.4.1. *Protección contra sobreintensidades:***

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

#### **2.2.4.2. *Aplicación:***

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

#### **2.2.4.3. *Protección contra sobrecargas:***

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

#### *2.2.4.4. Protección contra cortocircuitos:*

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda la corriente de cortocircuitos antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

#### *2.2.4.5. Situación y composición:*

Se instalarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. Se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

#### *2.2.4.6. Normas aplicables:*

##### ➤ Pequeños interruptores automáticos (PIA):

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma UNE-EN-60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normales de las siguientes tensiones asignadas son:

- 230 V para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V para los interruptores automáticos unipolares.

- 400 V para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10.000 y por encima 15.000, 20.000 y 25.000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible de forma indeleble las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

#### ➤ Interruptores automáticos de baja tensión:

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en un lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (In).
- Capacidad para el seccionamiento.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O e I si se emplean símbolos.

También llevarán marcado, aunque no se vea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

➤ Fusibles:

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1: 1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Estarán destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1.000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1.500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1.000, 1.250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

➤ Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual:

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1.000 V en corriente alterna o 1.500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0,006 A; 0,01 A; 0,03 A; 0,1 A; 0,3 A; 0,5 A; 1 A; 3 A; 10 A; 30 A.

➤ Características principales de los dispositivos de protección:

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.

- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas sin dar lugar a la formación de arco permanente abriendo y cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferentes deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

➤ Protección contra sobretensiones de origen atmosférico:

Según lo indicado en la Introducción ITC-BT-23 en su apartado 3.2: Cuando una instalación se alimenta por una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocadas en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se vayan a instalar.

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

➤ Protección contra contactos directos e indirectos:

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC-BT-24, y en la norma UNE 20.460-4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo mediante el uso de interruptores diferenciales.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

Donde:

- R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- Vc: Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).
- Is: Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

## **2.2.5. Instalaciones de puesta a tierra:**

Estarán compuestas de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

### **2.2.5.1. Naturaleza y secciones mínimas:**

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.



En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de:  $2,5\text{mm}^2$  si disponen de protección mecánica y de  $4\text{mm}^2$  si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

#### *2.2.5.2. Tendido de los conductores:*

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

#### *2.2.5.3. Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masa y con los electrodos:*

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de comprensión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean estos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios también los de puesta a tierra funcional.

#### *2.2.5.4. Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra:*

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

## **2.2.6. Alumbrado:**

### **2.2.6.1. Alumbrados especiales:**

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotrados en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Con alumbrado de señalización: los estacionamientos subterráneos de vehículos. Teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea superficie para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1lux.
- Con alumbrado de reemplazamiento: en quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

### **2.2.6.2. Alumbrado general:**

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltiamperios al menos igual a 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltiamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1,8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0,90 y la caída máxima de tensión entre el origen de

la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será como mínimo la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales dónde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

### **2.3. Pruebas, ensayos y verificaciones reglamentarias:**

#### **2.3.1. Comprobación de la puesta a tierra:**

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

#### **2.3.2. Resistencia de aislamiento:**

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a  $1.000 \times U$ , siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1.000 V y como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

### **2.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad:**

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno está más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

#### **2.5. Certificados y documentos:**

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS APLICABLES A LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS:**

#### **3.1. Calidad de los materiales:**

Todos los materiales empleados en la obra deberán ser de calidad reconocida y tendrán la aceptación de la Dirección técnica.

Deberán presentar un adecuado estado de conservación y se ajustarán al fin para el que se fabricaron, rechazándose aquellos que presentaran defectos o no fueran apropiados para el uso al que se destinan, siendo por cuenta del contratista su retirada, si así procediera.

##### **3.1.1. Conductores:**

Cumplirán las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan, en especial las señaladas como de obligado cumplimiento en la ITC-BT-44.

Se ajustarán asimismo a lo indicado en las Instrucciones ITC-BT-07, ITC-BT-08, ITC-BT-11 e ITC-BT-18.

Los conductores empleados en redes subterráneas serán de cobre o aluminio y convenientemente aislados con materiales plásticos o elastómeros, y protegidos contra la corrosión. Tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Los conductores podrán ser unipolares o no, con una tensión de aislamiento mínima de 1.000 Voltios, y una sección adecuada a la intensidad prevista (ITC-BT-07), con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup> para cobre y 10 mm<sup>2</sup> para aluminio.

La sección mínima del conductor neutro será la especificada en la ITC-BT-07, siendo en caso de distribución trifásica a cuatro hilos (3 fases + neutro), igual a la sección de los conductores de fase hasta 10 mm<sup>2</sup> (cobre) ó 16 mm<sup>2</sup> (aluminio), y de valor la mitad de la sección de los conductores de fase para secciones superiores.

Los empalmes de los cables se harán, a ser posible, en una caja aislante dispuesta en el registro inferior de cada apoyo, efectuando las conexiones de forma que no ejerzan esfuerzos de tracción sobre los conductores.

No existirán empalmes en el interior de los apoyos, excepto en el mencionado registro.

En caso de que fuera ineludible la conexión eléctrica en un punto de la red ajeno a la citada caja de empalme en el registro de columna, se realizará en una de las arquetas, en el interior de una caja aislante, mediante regletas de conexión reglamentarias, y cubriendo el conjunto con silicona de forma que se garantice el aislamiento de la conexión y se impida la formación de posibles corrosiones y/o derivaciones eléctricas.

La alimentación de las lámparas desde la red de distribución se realizará con las siguientes secciones mínimas:

- En distribución aérea:  $1,5 \text{ mm}^2$  para conductores aislados de cobre.
- En distribución subterránea:  $2,5 \text{ mm}^2$ .

La conexión se realizará en una caja que contendrá los elementos de protección (fusibles) y bornas correspondientes.

Si la caja es exterior, su distancia al suelo será superior a 0,3 m (empotrada en pared y con cerradura) ó a 2,5 m (sin cerradura). Si existen apoyos para las luminarias, las cajas estarán ubicadas en el interior del fuste, teniendo acceso a las mismas a través de la puertecilla reglamentaria.

### **3.1.2. Apoyos:**

Los soportes empleados para sujeción de las luminarias (columnas, báculos o brazos) deberán ser de material resistente a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidos contra éstas. Se dimensionarán de forma que resistan las solicitaciones previstas en la ITC-BT-06, con un coeficiente de seguridad no inferior a 3,5.

No permitirán la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Los apoyos podrán ser metálicos, en chapa de acero, fundición, etc. o de material plástico (poliéster reforzado con fibra de vidrio, u otros) que cumpla las condiciones y garantías exigidas.

Los apoyos de chapa galvanizada habrán sido objeto de un proceso de galvanización adecuado (baño de cinc en caliente u otros), previa eliminación de óxidos, cascarillas y demás impurezas, debiendo ser el cinc de una pureza de, al menos, el 99,5% y resultando del tratamiento superficial una capa final lisa, continua, de adecuada adherencia, y exenta de glóbulos, zonas sin galvanizar, etc.

Las columnas y báculos dispondrán de una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,3 m del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección de agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.

Los apoyos se fijarán al terreno mediante placa base con pernos roscados y su correspondiente tuerca, embebidos en un dado de hormigón que albergará un tubo central acodado para el paso de los conductores eléctricos.

Cada apoyo se conectará a tierra mediante un puente desde el tornillo dispuesto a tal fin en el fuste, con cable de cobre de  $16 \text{ mm}^2$  con aislamiento RV 0,6/1kV unido a una piqueta de cobre o acero galvanizado  $\varnothing 14 \text{ mm}$  y longitud 2 m.

En general se procurará que el valor de resistencia a tierra sea inferior a  $20 \Omega$ , y si no fuera así, se tomarán las medidas necesarias para disminuirlo (adición de piquetas o flagelo de cobre desnudo de  $35 \text{ mm}^2$ ).

### **3.1.3. Luminarias:**

Las luminarias instaladas en obra serán suministradas por fabricantes de reconocida solvencia y cumplirán la normativa vigente en esta materia, en especial la norma EN-60598.

El fabricante facilitará los datos constructivos pertinentes, incluyendo la normativa observada, relación de materiales, su grado de protección y adecuación al uso al que se destinará la luminaria.

En aquellos casos que se considere necesario se atenderá a la "Guía para la Reducción del Resplandor Luminoso Nocturno", informe técnico elaborado por el Comité Español de Iluminación a partir de publicaciones CIE que abordan esta cuestión.

### **3.1.4. Lámparas, equipos y protecciones:**

Las lámparas utilizadas y sus accesorios cumplirán lo señalado en la Instrucción ITC-BT-44, así como en los artículos 49, 50 y 54 del Reglamento de Verificaciones Eléctricas.

Serán de marca registrada y reconocida como de primera calidad.

Se admitirán unas tolerancias en los consumos marcados en ellas de:

- 8 % para lámparas de 40 a 200 W.
- 7 % para lámparas mayores de 200 W.

Los dispositivos eléctricos respetarán, en general, las directivas de la UE sobre Compatibilidad Electromagnética y Seguridad Eléctrica (de obligado cumplimiento a partir de Enero de 1997).

#### **3.1.4.1. Lámparas de Vapor de Mercurio:**

Serán de las llamadas de color corregido, con baño interior de fósforo fluorescente.

El bulbo exterior será de vidrio extra duro.

Todas las lámparas, a excepción de las de 80 W, deberán poder trabajar en cualquier posición.

El consumo de vatios no debe exceder nunca del 10% del nominal si se mantiene la tensión dentro del 5% de la nominal.

El rendimiento luminoso debe ser facilitado por su fabricante y será igual o superior al indicado en la siguiente tabla:

Potencia (sin reactancia)	Flujo (lux)
50	1600
80	2800
100	3300
125	4700
250	11000
400	20000
700	34000
1000	52000

Sobre el flujo luminoso de la lámpara dado por el fabricante, se admitirá una tolerancia del 5% si se prueba con reactancias comerciales y no con la "patrón" y de otro 5%, si se prueba en posición horizontal o casi horizontal.

La vida media será igual o superior a 6.000 horas.

#### 3.1.4.2. Lámparas de Vapor de Sodio:

Serán de las llamadas de sodio de alta presión.

El bulbo exterior será de vidrio extra duro.

Todas las lámparas, a excepción de las de 70 W, deberán poder trabajar en cualquier posición.

El consumo de vatios no debe exceder nunca del 10% del nominal si se mantiene la tensión dentro del 5% de la nominal.

El rendimiento luminoso debe ser facilitado por su fabricante y será igual o superior al indicado en la siguiente tabla:

Potencia (sin reactancia)	Flujo (lux)
50	3500
70	5900
100	9500
150	14000
250	22500
400	30000
700	43500
1000	110000

Sobre el flujo luminoso de la lámpara dado por el fabricante, se admitirá una tolerancia del 5% si se prueba con reactancias comerciales y no con la "patrón" y de otro 5% si se prueba en posición horizontal o casi horizontal.



La vida media será igual o superior a 4.000 horas.

Los casquillos serán de rosca normal de 25 Sb. para lámparas hasta 250 W y de 150 Sb. Para potencias superiores.

El tiempo de encendido y reencendido no será superior a 5 minutos.

La depreciación será como máximo del 15% (Definiendo la depreciación como porcentaje de decrecimiento del flujo luminoso respecto al nominal después del 70% de vida).

#### *3.1.4.3. Condiciones de recepción de las lámparas:*

El Contratista presentará al Director Técnico un catálogo con los tipos de lámparas que ha de utilizar, donde deberán figurar las características más importantes y el flujo luminoso.

También deberá presentar la Carta del fabricante de lámparas con las características que deben reunir las reactancias que aconsejan emplear para cada tipo específico, indicando no sólo la intensidad de arranque, la potencia y corriente suministradas, la resistencia a la humedad, el calentamiento admisible, etc., sino también las pruebas que deben realizarse para efectuar las comprobaciones correspondientes.

Se harán ensayos de resistencia del casquillo, sosteniendo las lámparas inclinadas o en horizontal.

Asimismo, si fuera necesario, se realizará en un laboratorio homologado un ensayo del flujo luminoso total, rendimiento, envejecimiento y depreciación de la lámpara. El número de lámparas que deben ensayarse en el Laboratorio oficial será fijado por la Dirección Técnica.

#### *3.1.4.4. Reactancias, condensadores y arrancadores:*

Llevarán inscripciones en las que se indique el nombre o marca del fabricante, la tensión o tensiones nominales en voltios, la intensidad nominal en amperios, la frecuencia en hercios, el esquema de conexiones si hay más de dos hilos, el factor de potencia y la potencia nominal de la lámpara o lámparas para las cuales han sido previstas.

Las piezas en tensión no podrán ser accesibles a un contacto fortuito durante su utilización normal. Las tapas que permiten el acceso a las piezas en tensión, sólo podrán desmontarse con la ayuda de herramientas, no considerándose admisible contra contactos fortuitos los barnizados, esmaltados u oxidación de piezas metálicas.

Si las conexiones se efectúan mediante bornes, regletas o terminales, deben fijarse de tal forma que no podrán soltarse o aflojarse al retirar la

conexión o desconexión. Los terminales, bornes o regletas no deben servir para fijar ningún otro componente de la reactancia o condensador.

Las piezas conductoras de corriente deberán ser de cobre, de aleación de cobre u otros materiales apropiados no corrosivos. Esta exigencia no la tienen que cumplir los tornillos que no sean parte fundamental en la conducción de corriente.

Los calentamientos de las reactancias en sus diversas partes no deben ser superiores a los valores siguientes:

Arrollamiento	70º
Exterior	60º
Bornes exteriores	40º

Los ensayos se realizarán con una tensión superior en un 10 por 100 a la nominal y con frecuencia nominal, iniciándose la prueba una vez que se alcance la temperatura de régimen.

Las lámparas utilizadas absorberán una corriente muy similar a la nominal. La reactancia se colocará en una caja de acero, pintada interior y exteriormente de blanco y colocada sobre un soporte metálico en las reactancias de "ejecución estanca". Las temperaturas deberán medirse, en el caso de los arrollamientos si es posible, por el método de variación de la resistencia, y todas las demás con pares termoeléctricos. El ensayo no debe producir derrames del material de relleno o barniz.

Las máximas pérdidas admisibles en el equipo de alto factor según los diversos tipos de lámparas serán:

Tipo de lámpara	Consumo de lámpara (W)	Pérdidas en acceso (W)
Sodio	45	22
	60	22
	85	22
	140	24
Vapor de Mercurio	50	10
	80	12
	125	16
	400	25
	1000	45
Tubos Fluorescentes	20	8
	40	8

La reactancia alimentada a la tensión nominal y frecuencia nominal, suministrará una corriente no superior al 5% ni inferior al 10% de la nominal de la lámpara.

La reactancia estará protegida contra las influencias magnéticas, debiendo satisfacer, aquellas que se instalen en las proximidades de

material magnético, la siguiente prueba: Una chapa de acero de 1 cm de espesor, de una longitud y anchura superiores a la de la reactancia, se acercará y se separará sucesivamente de ésta, hasta 1 cm de su superficie. Durante esta operación, se medirá la corriente ocasionada por la proximidad de las placas de acero, la cual no excederá del 2% de su valor.

La intensidad máxima de la reactancia en c/c a 220 V no será superior a los valores siguientes:

	<b>Lámparas fluorescentes</b>			<b>Lámparas de vapor de mercurio</b>				
WATIOS	20	40	80	125	250	400	700	1000
AMPERIOS	0,65	0,76	1,20	1,73	3,3	5,3	8,96	12

Las reactancias y condensadores de "ejecución estanca" deberán satisfacer la prueba de estanqueidad consistente en sumergir la reactancia en agua durante 4 horas, conectándolas a carga nominal las dos primeras horas y desconectándolas las dos horas restantes. Al término de esta prueba, el aislamiento mínimo entre devanado y núcleo y entre devanado y caja protectora será de 2 mega-ohmios.

La capacidad del condensador debe quedar dentro de las tolerancias indicadas en las placas de características.

En la prueba de sobretensión, los condensadores deberán soportar durante una hora una tensión alterna a 50 Hz, igual a la tensión de prueba que indique la placa de características, y caso de ésta no estar indicada, se considerará como tensión de prueba 1,3 veces la nominal. Se aplicará la tensión entre terminales. La temperatura será la de ambiente más 10°C, con un error de 2°C. Al final de esta prueba el condensador deberá someterse durante un minuto a una tensión alterna de 50 Hz, aplicada entre bornes y de un valor de 2,15 veces el nominal.

En el ensayo de aislamiento se someterá al condensador a una tensión de 2.000 voltios a 50 Hz, aplicada entre un borne y un bote o armadura metálica exterior.

En el ensayo de duración se someterá al condensador durante 6 horas a una tensión igual a la de ensayo, o 1,3 veces la nominal, con tensión alterna de 50 Hz, a una temperatura de 10°C sobre el ambiente, con error de 2°C.

Durante el funcionamiento del equipo de alto factor no se producirán vibraciones de ninguna clase ni ruidos.

#### 3.1.4.5. Condiciones de recepción de reactancias, condensadores, etc.:

El Contratista presentará al Director Técnico un catálogo de carácter técnico de reactancias, condensadores y arrancadores.

Las pruebas de recepción se reducirán al cumplimiento de las características antes relacionadas.

El Director de Obra comprobará las características de los elementos citados anteriormente, solicitando cuando lo considerara oportuno, la realización de pruebas en un laboratorio homologado, para lo cual se tomará una muestra y si el resultado no se ajusta a todas las exigencias, se tomará el 5 % del total de las reactancias y condensadores que se prevén instalar, rechazándose la partida si no se ajustasen a estas normas todas las muestras ensayadas.

### **3.1.5. Obra civil:**

Las canalizaciones previstas para alojar la red subterránea de distribución de alumbrado serán zanjas excavadas en el terreno, según las dimensiones mostradas en los planos adjuntos.

La profundidad mínima a la que se encontrarán los conductores será de 0,4 m, según ITC-BT-09, lo cual condiciona la profundidad de zanja, siendo su anchura la necesaria para una correcta ejecución de los trabajos.

Los conductores se alojarán en el interior de un tubo aislante rígido de material plástico (PVC o tubo doble pared IP-54).

El trazado discurrirá preferentemente por terreno público bajo aceras o paseos, siempre que sea posible.

En el caso de existir cruces de calzada, se procurará que éstos sean perpendiculares al eje longitudinal del vial.

En las zanjas practicadas en aceras y paseos, el tubo se colocará sobre un lecho de arena y posteriormente se cubrirá con este mismo material hasta aproximadamente unos 20 cm de altura, adicionando a continuación tierra de relleno, exenta de cascotes e impurezas. Finalmente se construirá la superficie con el acabado previsto.

En el caso de zanjas en cruces de calzada, se sustituirá la arena por hormigón H-150, realizándose el acabado superficial con pavimento.

Junto a cada apoyo, y en los cambios de dirección se establecerán arquetas de registro de las dimensiones mostradas en los planos, mediante hormigón en masa H-150, o fábrica de ladrillo de 1 pie con mortero M-40 y enfoscado interior. Dispondrán de las correspondientes embocaduras para la línea de distribución y conexión a la farola. Se cerrarán mediante tapa de fundición con marco embebido, o bien de fibrocemento.

En cuanto a la cimentación de los apoyos, se realizará mediante un dado de hormigón en masa H-175, de las dimensiones recomendadas por el suministrador del apoyo, que sustentará los pernos de anclaje de la placa base de la columna o báculo.

### **3.2. Normas de ejecución de las instalaciones:**

Además de respetar las especificaciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en especial la Instrucción ITC-BT-07 (Ejecución de las Instalaciones – Redes Subterráneas), se considerarán las siguientes cuestiones:

#### **3.2.1. Obra civil: zanjas, arquetas y cimentaciones:**

Sobre el terreno objeto de la obra se replanteará la instalación, marcando cuidadosamente el trazado de las zanjas y la situación de arquetas y apoyos.

Las alineaciones de las zanjas serán rectas y la ejecución procurará un fondo nivelado y limpio. La tierra de la excavación se depositará junto a la zanja para reutilizar la porción necesaria en el tapado de la misma. El sobrante se retirará posteriormente.

Se realizará un correcto apisonado de las tierras y, si éstas no fueran adecuadas para el relleno, se acopiarán de distinta procedencia.

Las arquetas tendrán consistencia suficiente, especialmente las que se encuentren en zona de tráfico rodado.

Deberán disponer de desagüe si se construye solado.

Las cimentaciones de los apoyos se marcarán en los puntos previstos en planos, con una correcta alineación que deberá respetarse a la hora de construir el dado de hormigón con los correspondientes pernos. Se empleará a tal fin una plantilla adecuada a la placa base de la farola correspondiente.

#### **3.2.2. Instalación de apoyos:**

Los báculos y columnas se aplomarán para garantizar una correcta verticalidad y se instalarán en el lugar exacto que indican los planos correspondientes, perfectamente alineados.

La placa de sujeción de la base, nervios de refuerzo, pernos, tuercas, etc., quedarán completamente empotrados en el pavimento de acero, de modo que no haya ningún elemento sobresaliente que pueda producir molestias a los transeúntes.

El hueco destinado a la caja de conexiones y accesorios, quedará completamente estanco, de forma que no pueda entrar agua o humedad en su interior a través del basamento.

Todas las conexiones se realizarán en su interior a través de placas de bornes fácilmente accesibles, prohibiéndose cualquier empalme protegido con cinta aislante.

La derivación que alimenta a la lámpara del báculo o farola tendrá en su arranque un juego de cortocircuitos fusibles, tipo empuñadura, petaca o cartucho, del calibre necesario para la potencia de la lámpara.

Todos los elementos y accesorios contenidos en el interior de la caja de empalmes serán fácilmente accesibles.

Los conductores del interior del báculo o farola serán de la misma clase y tensión de servicio que la línea general.

La cimentación estará fundamentalmente constituida por un bloque de hormigón de las dimensiones necesarias según el terreno y características del báculo o farola, de modo que quede asegurada perfectamente su estabilidad en todos los casos.

El hormigón será de 300 kg de cemento Portland por metro cúbico. En el interior de la cimentación se dejarán los pasos necesarios, de dimensiones suficientes para la entrada y salida de las líneas.

### **3.2.3. Instalación eléctrica:**

Para instalar las líneas subterráneas, los cables se tenderán desarrollándose de las bobinas de origen sin forzarlos, arrastrarlos, ni curvarlos, evitando de modo especial formar codos bruscos.

Se pasarán por el interior de los tubos colocados al efecto, sobre un lecho de arena.

En el caso de instalar varias líneas por una misma zanja, la separación entre ellas será de 20 cm como mínimo.

No se tenderán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos.

En todo caso deben permanecer antes de su colocación, durante un mínimo de doce horas, a una temperatura de 20°C y sin dejarlos a la intemperie, más tiempo que el preciso para su instalación.

Los cables no se arrollarán con un diámetro más pequeño que el de la capa inferior de la bobina de origen, ni se curvarán con radio inferior a diez veces el diámetro exterior del cable.

En ningún caso, las uniones y derivaciones estarán sometidas a tracción.

Colocados los cables se efectuarán las pruebas de aislamiento y conexionado.

En el caso de las líneas aéreas, se tenderán adosadas a las paredes y fachadas con la sujeción adecuada y esmerándose en el trazado de forma que sigan las líneas de frisos, cornisas, aleros, etc., para que queden lo más disimuladas posible.

Donde esto no sea factible, se tenderán de forma cuidadosa, con alineaciones perfectamente rectas, horizontales o verticales, sin formar combas y de forma que no molesten a la vista y queden sujetas a posibles deterioros o puedan ser causa de accidentes.

En cuanto al tendido del mismo, es de aplicación cuanto se ha dicho para las líneas subterráneas.

Cada punto de luz dispondrá en la caja de conexiones de los correspondientes cortacircuitos fusibles.

Las líneas de distribución se protegerán en cabecera contra cortocircuitos y sobrecargas mediante dispositivos magnetotérmicos de calibre adecuado a la intensidad prevista, y contra contactos indirectos mediante interruptores diferenciales de sensibilidad mínima 300 mA.

La toma de tierra se efectuará mediante una pica de cobre de Ø14 mm y longitud 2 m por farola, conectada a ésta mediante conductor Cu 16 mm<sup>2</sup> RV 0,6/1 kV, o bien instalando una "tierra corrida" que conecte todos los puntos metálicos de la instalación, preferentemente los apoyos, y que podrá realizarse con cable de cobre desnudo donde el terreno lo permita, y mediante cable de cobre aislado en los puntos de conexión, unido todo ello a las piquetas que fueran necesarias para conseguir el valor de tierra aconsejado en el apartado 5.2.4 de la Memoria.

Durante el transcurso de la obra, el Director Técnico de la misma velará por el cumplimiento de las condiciones marcadas en el proyecto, debiendo comunicársele por escrito cualquier propuesta de cambio respecto a lo establecido en dicho documento, a la que responderá en breve (tanto en caso de aceptación como de rechazo) justificando convenientemente la decisión adoptada.

### **3.3. Recepción de las instalaciones y pruebas:**

Finalizada la obra, la Dirección Técnica supervisará las partidas que conformen la instalación, junto al contratista o, en su caso, el instalador autorizado encargado de los trabajos.

Se comprobará la correcta ejecución de la obra civil, según los criterios citados anteriormente, así como la alineación y nivelación adecuadas en el caso de los apoyos.

En cuanto a la calidad de la iluminación, se procederá a medir los niveles medios de iluminancias mediante luxómetro, y se evaluará la existencia de deslumbramientos molestos.

Asimismo, se comprobará la orientación de las luminarias. En caso de que fueran regulables, se modificará su posición si así lo requiere el anterior estudio.

En el apartado eléctrico, se revisará el correcto aislamiento de las líneas y su continuidad. Se realizarán pruebas para comprobar el funcionamiento adecuado de los dispositivos de mando, verificando que, tanto la célula fotoeléctrica como los contactores, reloj y relés cumplen su función.

Se medirán tensiones e intensidades, que deberán ajustarse al proyecto, observando el valor de la tensión en acometida, que depende de la Compañía Suministradora.

De la misma forma, las características de los conductores y sus protecciones se corresponderán con lo especificado en el proyecto, cotejando los valores teóricos de consumo con los obtenidos en obra.

Cuando durante la primera revisión no fuera posible controlar la obra oculta por motivos imputables al constructor, podrán realizarse, a juicio de la Dirección Técnica, las excavaciones, sondeos o pruebas necesarias para el correspondiente reconocimiento de la obra ejecutada, siendo estos trabajos por cuenta del constructor.

El constructor o, en su caso, el instalador subcontratado para la ejecución de la obra, serán responsables subsidiarios de los defectos que pudieran aparecer en las instalaciones como consecuencia de vicios ocultos, ejecución incorrecta, o cambios introducidos durante la obra sin la pertinente autorización.

#### **3.4. Certificados y documentos:**

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación, firmados por un Instalador Autorizado.



#### **4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS APLICABLES A LAS INSTALACIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN CT1 Y CT2:**

##### **4.1. Calidad de los materiales:**

###### **4.1.1. Obra Civil:**

Los edificios destinados a alojar en su interior cada una de las instalaciones estarán hechos de una construcción prefabricada de hormigón modelo EHM36-6T3LD.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos de cada edificio prefabricado, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el Fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

Sus elementos constructivos son los descritos en los apartados 7.3.1 y 8.3.1 correspondientes a la Memoria del presente proyecto.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, cada edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalados, su interior sea una superficie equipotencial.

La base de los edificios será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior de los edificios, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen los edificios deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

Todos los elementos metálicos de cada edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado, que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU-6618-A.

###### **4.1.2. Aparamenta de Alta Tensión:**

###### **4.1.2.1. Celdas CAS:**

Este tipo de celdas se instalarán solamente en el centro de transformación de bucle CT1.

La aparamenta de A.T. estará constituida por conjuntos compactos serie CAS de Schneider Electric, equipados con dicha aparamenta, bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 36 kV, acorde a las siguientes normativas:

#### Características constructivas:

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una sobrepresión de 0'3 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

En la parte inferior se dispondrá de una clapeta de seguridad que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

#### Características eléctricas:

- |  |                |
|--|----------------|
| - Tensión nominal                        | 36 kV.         |
| - Nivel de aislamiento:                  |                |
| a) a la frecuencia industrial de 50 Hz   | 70 kV ef.1mn.  |
| b) a impulsos tipo rayo                  | 170 kV cresta. |
| - Intensidad nominal funciones línea     | 400 A.         |
| - Intensidad nominal otras funciones     | 200 A.         |
| - Intensidad de corta duración admisible | 16 kA ef. 1s.  |

#### Interruptores:

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberán ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma UNE-EN 60265.

En servicio, se deberán cumplir las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.

- Poder de corte en caso de falta a tierra (A): 50 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.

#### Cortacircuitos fusibles:

En la protección mediante ruptofusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en los capítulos 7.3.2 y 8.3.2 de la memoria de este proyecto. Los fusibles cumplirán la norma DIN 43-625 y la R.U. 6.407-B y se instarán en tres compartimentos individuales, estancos cuyo acceso estará enclavado con el seccionador de puesta a tierra, el cual pondrá a tierra ambos extremos de los fusibles.

#### *4.1.2.2. Celdas SM6:*

Este tipo de celdas se instalarán en ambos centros de transformación (CT1 y CT2).

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

#### Características constructivas:

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de aparellaje.

- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mandos.
- e) Compartimento de control.

A continuación pasamos a describirlos:

#### A) COMPARTIMENTO DE APARELLAJE:

Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida según se define UNE-EN 62271-200. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento que alberga al aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF<sub>6</sub>, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

#### B) COMPARTIMENTO DEL JUEGO DE BARRAS:

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

#### C) COMPARTIMENTO DE CONEXIÓN DE CABLES:

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

#### D) COMPARTIMENTO DE MANDO:

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

#### E) COMPARTIMENTO DE CONTROL:

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

#### Características eléctricas.

- |  |                |
|--|----------------|
| - Tensión nominal                        | 36 kV.         |
| - Nivel de aislamiento:                  |                |
| a) a la frecuencia industrial de 50 Hz   | 70 kV ef.1mn.  |
| b) a impulsos tipo rayo                  | 170 kV cresta. |
| - Intensidad nominal funciones línea     | 400 A.         |
| - Intensidad nominal otras funciones     | 200/400 A.     |
| - Intensidad de corta duración admisible | 16 kA ef. 1s.  |

#### Interruptores-seccionadores:

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 KA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 50 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA ef.

#### Cortacircuitos-fusibles:

En el caso de recurrir a una protección mediante ruptofusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en los capítulos 7.3.2 y 8.3.2 de la memoria de este proyecto. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

#### Puesta a tierra:

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm, conectadas en la parte posterior superior de las cabinas, formando un colector único.

#### **4.1.3. Transformadores:**

Los transformadores a instalar en ambos centros de transformación serán trifásicos, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en los puntos 7 y 8 de la memoria.

#### **4.1.4. Equipos de Medida:**

Los equipos de medida estarán compuestos de los transformadores de medida ubicados en las celdas de medida de A.T. y los equipos de contadores de energía activa y reactiva ubicados en los armarios de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificadas en los puntos 7 y 8 de la memoria.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en las celdas de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

##### **4.1.4.1. Contadores:**

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en los puntos 7 y 8 de la memoria.

#### **4.1.4.2. Cableado:**

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, con aislamiento del tipo H07V-R, según norma UNE 21031/3, no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm<sup>2</sup> de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm<sup>2</sup> para el circuito de tensión.

Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

Las tierras de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con las tierras para medida, y de aquí se llevarán, en un solo hilo, a las regletas de verificación.

Las tierras de medida estarán unidas a las tierras de los neutros de Baja Tensión constituyendo las Tierras de Servicio, que serán independientes de las Tierras de Protección.

En general, para todo lo referente al montaje de los equipos de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

#### **4.2. Normas de ejecución de las instalaciones:**

Todas las normas de construcción e instalación de los dos centros de transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que les pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales, y en particular las de Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

#### **4.3. Pruebas reglamentarias:**

La aparamenta eléctrica que compone ambas instalaciones deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutadas las dos instalaciones, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

#### **4.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad:**

Cualquier trabajo u operación a realizar en cada centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

##### **4.4.1. Prevenciones Generales:**

- 1) Queda terminantemente prohibida la entrada a cualquiera de los locales a toda persona ajena al servicio y, siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlos cerrados con llave.
- 2) Se pondrán en sitio visible de cada local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".
- 3) En el interior de los locales no habrá más objetos que los destinados al servicio de los centros de transformación, como banquetas, guantes, etc.
- 4) No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior de los locales de los centros de transformación, y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
- 5) No se tocará ninguna parte de las instalaciones en tensión, aunque se esté aislado.
- 6) Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre las banquetas.
- 7) En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, deben figurar el presente Reglamento y el esquema de todas las conexiones de cada instalación, aprobados por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en cualquiera de los dos centros de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.



#### **4.4.2. Puesta en servicio:**

- 8) Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación los interruptores de alta, dejando en vacío los transformadores. Posteriormente, se conectarán los interruptores generales de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
- 9) Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### **4.4.3. Separación de servicio:**

- 10) Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después los interruptores de alta y seccionadores.
- 11) Si el interruptor de un transformador fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- 12) Si una vez puesto alguno de los centros fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la aparamenta y transformadores, no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio de dicho centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro, cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.
- 13) La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

#### **4.4.4. Prevenciones especiales:**

- 14) No se modificarán los fusibles, y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
- 15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite éster vegetal) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60°K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura

del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

- 16) Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento de alguno de los centros de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

#### **4.5. Certificados y documentos:**

Se aportará, ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

#### **4.6. Libro de Órdenes:**

Se dispondrá en cada uno de los dos centros de transformación de los correspondientes libros de órdenes, en los que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

## **ANEXO Nº1: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **TITULACIÓN:**

Ingeniería Industrial

### **AUTOR:**

José Ángel Tomás Gabarrón

### **DIRECTOR:**

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

FECHA: mayo, 2012

## ÍNDICE

<b>1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES</b>	<b>5</b>
1.1. Introducción	5
1.2. Derechos y obligaciones	5
1.2.1. Derecho a la protección frente los riesgos laborales	5
1.2.2. Principios de la acción preventiva	5
1.2.3. Evaluación de los riesgos	6
1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección	8
1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores	8
1.2.6. Formación de los trabajadores	8
1.2.7. Medidas de emergencia	8
1.2.8. Riesgo grave e inminente	9
1.2.9. Vigilancia de la salud	9
1.2.10. Documentación	9
1.2.11. Coordinación de actividades empresariales	10
1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos	10
1.2.13. Protección de la maternidad	10
1.2.14. Protección de los menores	10
1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal	10
1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos	10
1.3. Servicios de prevención	11
1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales	11
1.3.2. Servicios de prevención	11
1.4. Consulta y participación de los trabajadores	12
1.4.1. Consulta de los trabajadores	12
1.4.2. Derechos de participación y representación	12
1.4.3. Delegados de prevención	12
<b>2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO</b>	<b>14</b>
2.1. Introducción	14

2.2. Obligaciones de empresario_____	14
2.2.1. Condiciones constructivas_____	14
2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización_____	16
2.2.3. Condiciones ambientales_____	16
2.2.4. Iluminación_____	17
2.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso_____	17
2.2.6. Material y locales de primeros auxilios_____	18
 <b>3. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	
<b>EN EL TRABAJO</b> _____	19
3.1. Introducción_____	19
3.2. Obligación general del empresario_____	19
 <b>4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS</b>	
<b>TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO</b> _____	21
4.1. Introducción_____	21
4.2. Obligación general del empresario_____	21
4.2.1. Disposiciones generales aplicables a los equipos de trabajo_____	22
4.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles_____	23
4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas_____	23
4.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general_____	24
4.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta_____	25
 <b>5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA EN CONSTRUCCIÓN</b> _	27
5.1. Introducción_____	27
5.2. Estudio básico de seguridad y salud_____	27
5.2.1. Descripción y situación de las distintas obras en construcción_____	27
5.2.2. Evaluación de riesgos_____	28
5.2.3. Medidas preventivas_____	29
5.2.4. Trabajos laborables especiales_____	34

5.2.5. Consejos generales_____	34
5.2.6. Primeros auxilios_____	35
 <b>6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL_____</b>	 36
6.1. Introducción_____	36
6.2. Obligaciones del empresario_____	36
6.2.1. Protectores de la cabeza_____	36
6.2.2. Protectores de manos y brazos_____	36
6.2.3. Protectores de pies y piernas_____	37
6.2.4. Protectores del cuerpo _____	37

## **1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:**

### **1.1. Introducción:**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales, tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### **1.2. Derechos y Obligaciones:**

#### **1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales:**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

#### **1.2.2. Principios de la acción preventiva:**

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.

- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### **1.2.3. Evaluación de los riesgos:**

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones.
- Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.



- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Sea golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Sea golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje, con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente, tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas y acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotados de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de “tijera” entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### **1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección:**

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### **1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores:**

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban toda la información necesaria en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **1.2.6. Formación de los trabajadores:**

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### **1.2.7. Medidas de emergencia:**

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello

al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### **1.2.8. Riesgo grave e inminente:**

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### **1.2.9. Vigilancia de la salud:**

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### **1.2.10. Documentación:**

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### **1.2.11. Coordinación de actividades empresariales:**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### **1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos:**

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### **1.2.13. Protección de la maternidad:**

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### **1.2.14. Protección de los menores:**

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### **1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal:**

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### **1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos:**

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato acerca de un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### **1.3. Servicios de prevención:**

#### **1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales:**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### **1.3.2. Servicios de prevención:**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención al conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### **1.4. Consulta y participación de los trabajadores:**

##### **1.4.1. Consulta de los trabajadores:**

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

##### **1.4.2. Derechos de participación y representación:**

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

##### **1.4.3. Delegados de prevención:**

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.

- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO:**

### **2.1. Introducción:**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las *disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo*, entendiendo como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

### **2.2. Obligaciones del empresario:**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

#### **2.2.1. Condiciones constructivas:**

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.



Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída de personal, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos, de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados, la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura; se colocarán formando un ángulo aproximado de 75º con la horizontal; sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder; el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas; los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionados para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión. Para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparamenta eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

### **2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización:**

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

### **2.2.3. Condiciones ambientales:**

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática, en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

- Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.
  - Se evitarán los olores desagradables.

#### **2.2.4. Iluminación:**

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux.
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux.
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

#### **2.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso:**

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistemas de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones.

#### **2.2.6. Material y locales de primeros auxilios:**

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

### **3. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO:**

#### **3.1. Introducción:**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las *disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo*, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

#### **3.2. Obligación general del empresario:**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para las señalizaciones de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

#### **4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO:**

##### **4.1. Introducción:**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las *disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo*, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

##### **4.2. Obligación general del empresario:**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### **4.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo:**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberán disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.



Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes de iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### **4.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles:**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### **4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas:**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con “pestillos de seguridad” y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir

equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### **4.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general:**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti-impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de

encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados “silenciosos” en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los piones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### **4.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta:**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar

taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección anti-atrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo de soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuado para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA EN CONSTRUCCIÓN:**

### **5.1. Introducción:**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales, es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las *disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

Las diferentes obras correspondientes a este proyecto, referentes a la *Ejecución de Edificaciones de uso Industrial o Comercial* se encuentran incluidas en el *Anexo I* de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.759,08 € (75 millones de pesetas).
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, estaremos obligados a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### **5.2. Estudio Básico de Seguridad y Salud:**

#### **5.2.1. Descripción y situación de las distintas obras en construcción:**

El tipo de obras a realizar, así como su situación, se explican con detalle en el documento de Memoria del presente proyecto.

### 5.2.2. Evaluación de riesgos:

Se realizará en el presente apartado un estudio de los riesgos a tener en cuenta en los distintos trabajos a efectuar, para valorar los que aplican y se deben evitar o prevenir en los trabajos concretos a desarrollar en el proyecto objeto de este estudio básico de seguridad y salud.

- 1) **Caídas de personal a distinto nivel:** incluye tanto las caídas de altura como las caídas a profundidades.
- 2) **Caídas de personal al mismo nivel:** incluye las caídas en zonas de paso o lugares de trabajo.
- 3) **Caídas de objetos por desplome:** riesgos por desplome total o parcial de elementos o equipos a instalar o montar, equipo de trabajo, etc.
- 4) **Caídas de objetos en manipulación:** riesgos por la caída de objetos, aparatos, herramientas, etc., sobre el trabajador que los está manipulando.
- 5) **Caídas de objetos desprendidos:** riesgos por la caída de objetos, aparatos, herramientas, etc., sobre el trabajador que no los está manipulando.
- 6) **Pisadas sobre objetos:** incluye accidentes por agresiones de tipo mecánico (punzante, cortante, etc.), como consecuencia de una pisada.
- 7) **Choques contra objetos móviles:** comprende riesgos por golpes del trabajador que se producen con objetos o elementos móviles.
- 8) **Choque contra objetos inmóviles:** comprende riesgos por golpes del trabajador contra objetos inmóviles.
- 9) **Golpes por objetos o herramientas:** riesgos por golpes o cortes con herramientas u objetos en su manipulación.
- 10) **Proyección de fragmentos o partículas:** riesgos debidos a impactos por proyección de objetos o partículas.
- 11) **Atrapamiento por o entre objetos:** riesgos por atrapamiento entre, o por elementos de maquinaria, materiales, etc.
- 12) **Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos:** riesgos por vuelco de vehículos y otras máquinas, en las que el accidentado queda atrapado por ellas.
- 13) **Sobreesfuerzos:** riesgo por manipulación de cargas inadecuadas, o por inadecuada manipulación de cargas, realización de movimientos mal ejecutados.
- 14) **Exposición a temperaturas ambientales extremas:** riesgo o exposición a temperaturas ambientales extremas.

- 15) **Contactos térmicos:** riesgo por contacto con materiales, objetos o máquinas que presentan temperaturas extremas.
- 16) **Exposición a contactos eléctricos:** riesgo de contacto con elementos con energía eléctrica.
- 17) **Exposición a sustancias nocivas:** riesgo por manipulación de sustancias tóxicas o nocivas.
- 18) **Contactos con sustancias corrosivas:** riesgo de contactos con sustancias corrosivas.
- 19) **Exposición de radiaciones:** riesgo por exposición a radiaciones ionizantes o no ionizantes.
- 20) **Exposiciones:** riesgo por la onda expansiva o por sus efectos secundarios.
- 21) **Incendios:** riesgo por fuego o sus consecuencias.
- 22) **Atropellos o golpes con vehículos:** riesgo por atropello a personas o accidentes de los ocupantes de los vehículos.
- 23) **Contactos con elementos a tensión:** contactos con elementos a tensión baja, media o alta. Los trabajos con elementos a tensión serán realizados por operarios cualificados para dicho caso.
- 24) **Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno:** riesgo por colapso del terreno en los movimientos de tierras.
- 25) **Interferencia con instalaciones enterradas:** debido a las numerosas canalizaciones subterráneas existentes en este proyecto, existe riesgo de interferencia entre ellas.

### 5.2.3. Medidas preventivas:

Todas las medidas preventivas indicadas en el presente apartado, son de obligatorio cumplimiento para todo el personal de las diferentes obras correspondientes a este proyecto:

- Deberán mantenerse despejados los accesos y los pasos dentro de las obras para evitar caídas y golpes.
- Se llevarán prendas bien ajustadas, no flojas, sobre todo en las cercanías de los mecanismos en movimiento.
- Se procurará no meter manos no dedos en aberturas o entre objetos, que puedan ocasionar atrapamientos.

- Los andamios, si fueran necesarios, estarán protegidos contra el riesgo de vuelco, mediante elementos de amarre a puntos firmes de la estructura.
- Durante el trabajo las ruedas estarán frenadas mediante el mecanismo apropiado, y los desplazamientos del andamio se realizarán sin personal en la plataforma de trabajo.
- Los andamios dispondrán de plataformas horizontales de 60 cm de ancho, y estarán protegidos perimetralmente en la plataforma de trabajo contra el riesgo de caída a distinto nivel, mediante las barandillas reglamentarias.
- Durante el montaje y desmontaje, vigilar para que nadie se encuentre debajo de las zonas afectadas y utilizar los equipos de protección individual (arneses, cuerdas, etc.) contra caídas.
- Se prohíbe la formación de andamios a partir de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar el riesgo de caída a distinto nivel.
- Las plataformas de trabajo deben estar protegidas del vacío en los bordes, por una barandilla que impida la caída de personas y materiales.
- Se mantendrán limpios de materiales viejos que se sustituyen, restos de cables, etc., los lugares de trabajo.
- Se limpiarán conforme se avance, apilándolo y recogiénolo inmediatamente para su vertido en contenedores, o en los lugares previstos para tales efectos.
- No se usarán nunca prendas con manchas de aceite, grasientas, durante los trabajos de soldadura o de corte, puesto que corren el riesgo de inflamarse.
- Limpiar o enarenar todas las manchas de aceite o de grasa para evitar caídas.
- Separar los desperdicios y las materias combustibles antes de proceder a cualquier operación de soldadura o de corte, así se reducirá el riesgo de incendio.
- No lanzar ciegamente materiales desde un puesto de trabajo en altura, (ni a ningún lugar en el que pueda aparecer alguna persona y ser causa de golpes), para no herir a los compañeros que trabajan en un nivel inferior.
- Para disminuir los sobreesfuerzos se elevarán todos los materiales, mediante grúa móvil. Asimismo para la elevación normal de cargas y herramientas se realizará adoptando posturas correctas para tales efectos, como es elevar la carga con la espalda recta, los brazos extendidos y cerca del cuerpo, etc.
- Los operarios que manejen grúas o carretillas, deberán estar automatizados por la empresa, al menos, en base a su capacitación profesional.



- Cuando se realicen trabajos con grúa ningún operario se mantendrá dentro del radio de acción de las cargas suspendidas. Todas las maniobras de pilares y vigas serán gobernadas por tres operarios.
- No almacenar palets en altura, para evitar posibles golpes y aplastamientos.
- No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para las grúas y demás aparatos de elevación.
- Todos los cables y las mangueras se deberán colocar de forma ordenada, colgándolos, siempre que sea posible de pies derechos.
- Vigilar el buen estado de las cuerdas, cadenas, eslingas, ganchos, etc.
- Aislar las eslingas, cuerdas y cadenas de las aristas vivas.
- Amarrar las cargas largas, puntiagudas (planchas, hierros para hormigón, perfiles, etc.), de tal forma que no puedan separarse durante el transporte (eventualmente, guiarlas con ayuda de cuerdas de dirección).
- Los trabajos en las escaleras seguirán las siguientes normas:
  - Antes de su uso, asegurar su estabilidad.
  - La base quedará sólidamente asentada.
  - Tendrá la resistencia, elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.
  - Se utilizarán de forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.
  - No se emplearán escaleras de más de 5 metros de cuya resistencia no se tengan garantías.
  - Se prohíbe el uso de escaleras de construcción improvisada.
  - En caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al parámetro sobre el que se apoya, y cuando éste no permita un apoyo estable, se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.
  - Se colocarán formando un ángulo de 75º con la horizontal.
  - Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados, los largueros deberán prolongarse al menos 1 metro por encima del punto de apoyo.

- El ascenso, descenso y los trabajos se efectuarán de frente a las mismas.
  - Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimiento o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
  - Se prohíbe el transporte y la manipulación de cargas por, o desde, escaleras de mano, cuando su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
  - Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.
  - Se revisarán periódicamente.
  - En los trabajos de soldadura se prohíbe el uso de escaleras de madera, se deben utilizar con preferencia las escaleras de aluminio.
  - Cuando sean de madera, los largueros serán de una sola pieza, y los peldaños estarán bien ensamblados y no solamente clavados. Se controlará esta medida.
- Para trabajos especiales y de corta duración, tales como trabajos en mástiles, trabajos de pequeñas subidas, etc., debe utilizarse arnés de seguridad, en ausencia de protección colectiva, debidamente anclado a lugar seguro, y con la precaución de que antes de soldar, el cinturón de un mosquetón se asegurará que está conectado a otro, con el fin de no quedar nunca sin amarre.
  - No circular nunca sin pasarela sobre plataformas de materiales frágiles.
  - Se extremarán las precauciones, en cuanto a la realización de movimientos bruscos sobre superficies mojadas a nivel de suelo para evitar caídas; en cuanto a trabajos en altura, se suspenderán los trabajos en los casos en los que los elementos sobre los que se deba circular puedan ser deslizantes o pueda existir algún peligro de inestabilidad.
  - Cuando se utilicen grúas, éstas deberán disponer de ganchos con pestillo de seguridad, debiendo estar los cables, cadenas o eslingas en buen estado, protegiendo éstas últimas en caso de existir aristas vivas o elementos susceptibles de deteriorarlas.
  - La iluminación con luminarias portátiles se hará mediante portalámparas estancos, con mango aislante y rejilla de protección de bombilla.

- Se dispondrá de puesta a tierra en todas las tareas con corriente, asimismo se comprobará periódicamente el funcionamiento correcto de los diferenciales mediante el pulsador de prueba, y se revisará el estado correcto de las mangueras, así como su distribución por la obra.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- No se anularán, bajo ningún concepto, la toma de tierra de maquinaria eléctrica, para evitar los riesgos de electrocución.
- Para evitar riesgos de electrocución: sólo un electricista autorizado y/o cualificado (según el alcance de cada trabajo), puede instalar, modificar, reparar y mantener las instalaciones eléctricas, herramientas o cualquier elemento en general.
- Manipular con prudencia las conexiones y clavijas.
- No colocar los cables sobre aristas vivas, (los aislamientos de los cables eléctricos son la garantía de su seguridad).
- Utilizar clavijas y tomas normalizadas, y las lámparas, únicamente las reglamentarias.
- Vigilar atentamente el buen estado de las herramientas eléctricas portátiles, de su cable de alimentación, de las clavijas, etc. Hay que proteger al máximo las canalizaciones eléctricas contra los riesgos de aplastamiento, cizalladura, cortes, etc. (debe reemplazarse todo cable estropeado).
- Empalmar las clavijas correctamente a los cofres de alimentación previstos para este efecto.
- Para retirar una clavija de una toma de corriente, tirar de la clavija, nunca del cable de alimentación.
- Después de un choque o una caída, no utilizar una herramienta eléctrica portátil antes de que haya sido verificada por una persona competente.
- No utilizar las herramientas eléctricas portátiles en el exterior en caso de lluvia.
- En caso de trabajos en cercanías de líneas aéreas o de cables subterráneos bajo tensión, respetar las distancias de seguridad (1 m para B.T. y 3-5 m para A.T.), y en caso de duda, consultar con la Dirección Facultativa, o con algún responsable del Contratista Principal.
- Para el caso de trabajos correspondientes a movimientos de tierras debemos adoptar las siguientes medidas preventivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

#### **5.2.4. Trabajos laborables especiales:**

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

#### **5.2.5. Consejos generales:**

Para contribuir a la mejora de las condiciones de trabajo, se debe observar las reglas generales de seguridad. Se debe:

- Respetar las consignas de seguridad.
- Tener en cuenta las instrucciones dadas por los responsables de las obras.
- Abstenerse de cualquier acción, de cualquier gesto que pudiese exponer a cualquier persona al peligro.

- Alejar inmediatamente todas las condiciones peligrosas o señalarlas al jefe directo.
- Utilizar las herramientas y los aparatos únicamente para el uso al que están destinados.
- No degradar, ni quitar, ni neutralizar los dispositivos de protección.
- Observar las prohibiciones de fumar.
- No consumir bebidas alcohólicas en las obras, ni en cualquier otro sitio antes de ir a las mismas.

#### **5.2.6. Primeros auxilios:**

A continuación se adjunta una relación de consejos en caso de accidente:

- Si Vd. personalmente ha sufrido un pequeño accidente (corte, pinchazo, etc.):
  - Advierta a su jefe directo.
  - Hágase cuidar inmediatamente, aún cuando la herida parezca benigna, (de esta manera evitará cualquier complicación).
  - En cada obra, existe un botiquín.
  - Si a pesar de los cuidados la herida se infecta, consulte a un médico.
- Si Vd. es testigo de un accidente:
  - Advierta o mande que adviertan inmediatamente al jefe directo y al socorrista de la obra.
  - No mueva a la víctima.
  - No le dé de beber.
  - Haga que se aparten los curiosos.
  - Cubra a la víctima con un abrigo o una manta.
  - Si se trata de una electrocución, no toque a la víctima; corte o haga cortar seguidamente la corriente eléctrica y comience inmediatamente la respiración artificial a la espera de los auxilios.

**En cada obra deberá existir un cartel que indique direcciones y números de teléfono de los servicios de urgencia.**

## **6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:**

### **6.1. Introducción:**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### **6.2. Obligaciones del empresario:**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan:

#### **6.2.1. Protectores de la cabeza:**

Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.

- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### **6.2.2. Protectores de manos y brazos:**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.

- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### **6.2.3. Protectores de pies y piernas:**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Rodilleras.

#### **6.2.4. Protectores del cuerpo:**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

## **ANEXO Nº2: CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS DE LA NAVE INDUSTRIAL**

### **TITULACIÓN:**

Ingeniería Industrial

### **AUTOR:**

José Ángel Tomás Gabarrón

### **DIRECTOR:**

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

FECHA: mayo, 2012



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Índice

<b>Nave</b>	
Índice	1
Lista de luminarias	5
<b>Almacén</b>	
Lista de luminarias	7
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado normal</b>	
Resumen	8
Resultados luminotécnicos	9
Rendering (procesado) en 3D	11
Rendering (procesado) de colores falsos	12
<b>Alumbrado de emergencia</b>	
Resumen	13
Resultados luminotécnicos	14
Rendering (procesado) en 3D	16
<b>Luz diurna</b>	
Resumen	17
Resultados luminotécnicos	18
Rendering (procesado) en 3D	20
Rendering (procesado) de colores falsos	21
<b>Pasillo</b>	
Lista de luminarias	22
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado normal</b>	
Resumen	23
Resultados luminotécnicos	24
Rendering (procesado) en 3D	25
Rendering (procesado) de colores falsos	26
<b>Alumbrado de emergencia</b>	
Resumen	27
Resultados luminotécnicos	28
Rendering (procesado) en 3D	29
<b>Hall</b>	
Lista de luminarias	30
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado normal</b>	
Resumen	31
Resultados luminotécnicos	32
Rendering (procesado) en 3D	33
Rendering (procesado) de colores falsos	34
<b>Alumbrado de emergencia</b>	
Resumen	35
Resultados luminotécnicos	36
Rendering (procesado) en 3D	37
<b>Luz diurna</b>	
Resumen	38
Resultados luminotécnicos	39
Rendering (procesado) en 3D	40
Rendering (procesado) de colores falsos	41
<b>Oficina 1</b>	
Lista de luminarias	42
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado normal</b>	
Resumen	43

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Índice

Resultados luminotécnicos	44
Rendering (procesado) en 3D	45
Rendering (procesado) de colores falsos	46
<b>Alumbrado de emergencia</b>	
Resumen	47
Resultados luminotécnicos	48
Rendering (procesado) en 3D	49
<b>Luz diurna</b>	
Resumen	50
Resultados luminotécnicos	51
Rendering (procesado) en 3D	52
Rendering (procesado) de colores falsos	53
<b>Oficinas 2 y 3</b>	
Lista de luminarias	54
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado normal</b>	
Resumen	55
Resultados luminotécnicos	56
Rendering (procesado) en 3D	57
Rendering (procesado) de colores falsos	58
<b>Alumbrado de emergencia</b>	
Resumen	59
Resultados luminotécnicos	60
Rendering (procesado) en 3D	61
<b>Luz diurna</b>	
Resumen	62
Resultados luminotécnicos	63
Rendering (procesado) en 3D	64
Rendering (procesado) de colores falsos	65
<b>Sala de Reuniones</b>	
Lista de luminarias	66
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado normal</b>	
Resumen	67
Resultados luminotécnicos	68
Rendering (procesado) en 3D	69
Rendering (procesado) de colores falsos	70
<b>Alumbrado de emergencia</b>	
Resumen	71
Resultados luminotécnicos	72
Rendering (procesado) en 3D	73
<b>Luz diurna</b>	
Resumen	74
Resultados luminotécnicos	75
Rendering (procesado) en 3D	76
Rendering (procesado) de colores falsos	77
<b>Aseo Masculino</b>	
Lista de luminarias	78
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado normal</b>	
Resumen	79
Resultados luminotécnicos	80
Rendering (procesado) en 3D	81
Rendering (procesado) de colores falsos	82

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Índice

<b>Alumbrado de emergencia</b>	
Resumen	83
Resultados luminotécnicos	84
Rendering (procesado) en 3D	85
<b>Luz diurna</b>	
Resumen	86
Resultados luminotécnicos	87
Rendering (procesado) en 3D	88
Rendering (procesado) de colores falsos	89
<b>Aseo Femenino</b>	
Lista de luminarias	90
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado normal</b>	
Resumen	91
Resultados luminotécnicos	92
Rendering (procesado) en 3D	93
Rendering (procesado) de colores falsos	94
<b>Alumbrado de emergencia</b>	
Resumen	95
Resultados luminotécnicos	96
Rendering (procesado) en 3D	97
<b>Luz diurna</b>	
Resumen	98
Resultados luminotécnicos	99
Rendering (procesado) en 3D	100
Rendering (procesado) de colores falsos	101
<b>Sala de exposiciones</b>	
Lista de luminarias	102
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado normal</b>	
Resumen	103
Resultados luminotécnicos	104
Rendering (procesado) en 3D	105
Rendering (procesado) de colores falsos	106
<b>Alumbrado de emergencia</b>	
Resumen	107
Resultados luminotécnicos	108
Rendering (procesado) en 3D	109
<b>Luz diurna</b>	
Resumen	110
Resultados luminotécnicos	111
Rendering (procesado) en 3D	112
Rendering (procesado) de colores falsos	113
<b>Carga y descarga</b>	
Datos de planificación	114
Observador GR (sumario de resultados)	115
Rendering (procesado) en 3D	116
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>superficie de trabajo</b>	
Sumario de los resultados	117
<b>Área de tarea</b>	
Isolíneas (E)	118
<b>Área circundante</b>	
Isolíneas (E)	119

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

---

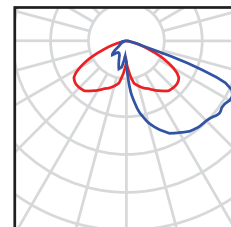
## Índice

<b>Trama de cálculo 1</b>	
Resumen	120
Isolíneas (E, perpendicular)	121
Valores de punto (E, perpendicular)	122
<b>Observador GR</b>	
<b>Observador GR</b>	
Resumen	125

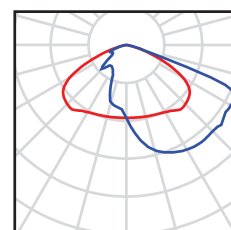
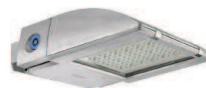
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Nave / Lista de luminarias

5 Pieza Philips BDS480 T15 1xECO113-2S/740 A  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 11329 lm  
 Potencia de las luminarias: 111.5 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 33 72 98 100 72  
 Lámpara: 1 x ECO113-2S/740 (Factor de corrección 1.000).

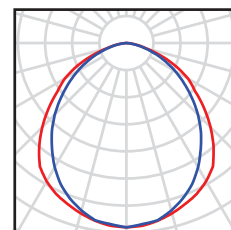


9 Pieza Philips BVP506 1xGRN72-2S/830 A/60  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 7200 lm  
 Potencia de las luminarias: 83.8 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 38 74 98 100 87  
 Lámpara: 1 x GRN72-2S/830 (Factor de corrección 1.000).



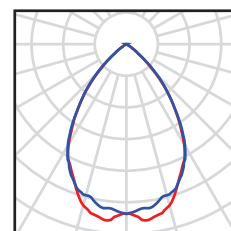
63 Pieza Philips FBH026 2xPL-C/4P26W HF  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm  
 Potencia de las luminarias: 54.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 53 85 98 100 34  
 Lámpara: 2 x PL-C/4P26W/840 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

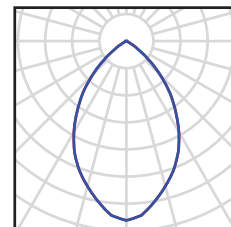


47 Pieza Philips FBS261 2xPL-C/4P26W HFP C +GBS261 RL  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm  
 Potencia de las luminarias: 54.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 85 100 100 100 29  
 Lámpara: 2 x PL-C/4P26W/840 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



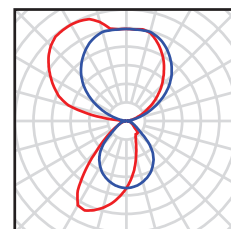
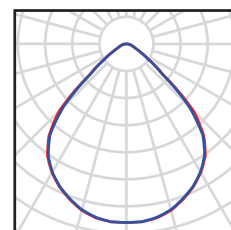
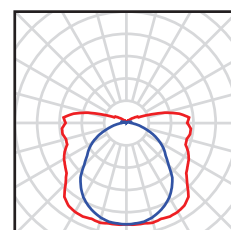
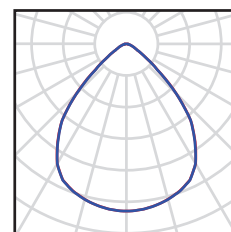
210 Pieza Philips HPK150 1xHPL-N400W P-NB +GPK150 R  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 22000 lm  
 Potencia de las luminarias: 426.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 80 99 100 100 82  
 Lámpara: 1 x HPL-N400W (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Nave / Lista de luminarias

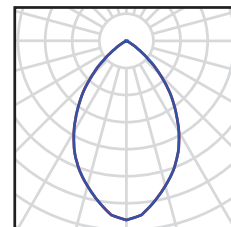
- 107 Pieza Philips RC460B W60L60 1xLED28S/840  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 2800 lm  
 Potencia de las luminarias: 35.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 70 96 99 100 100  
 Lámpara: 1 x LED28S/840/- (Factor de corrección 1.000).
- 167 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 83  
 Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
 Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).
- 100 Pieza Philips TCS760 2xTL5-35W HFP AC-MLO  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 6600 lm  
 Potencia de las luminarias: 77.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 70 95 99 100 62  
 Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección 1.000).
- 1 Pieza Philips TWS640 1xTL5-20W HFP AC-MLO  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 1650 lm  
 Potencia de las luminarias: 24.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 1650 lm, 24.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 30  
 Código CIE Flux: 66 90 98 30 94  
 Lámpara: 1 x TL5-20W/840 (Factor de corrección 1.000).



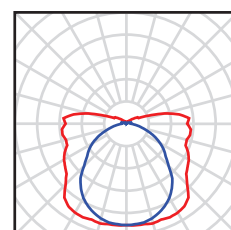
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Almacén / Lista de luminarias

210 Pieza Philips HPK150 1xHPL-N400W P-NB +GPK150 R  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 22000 lm  
Potencia de las luminarias: 426.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 80 99 100 100 82  
Lámpara: 1 x HPL-N400W (Factor de corrección 1.000).

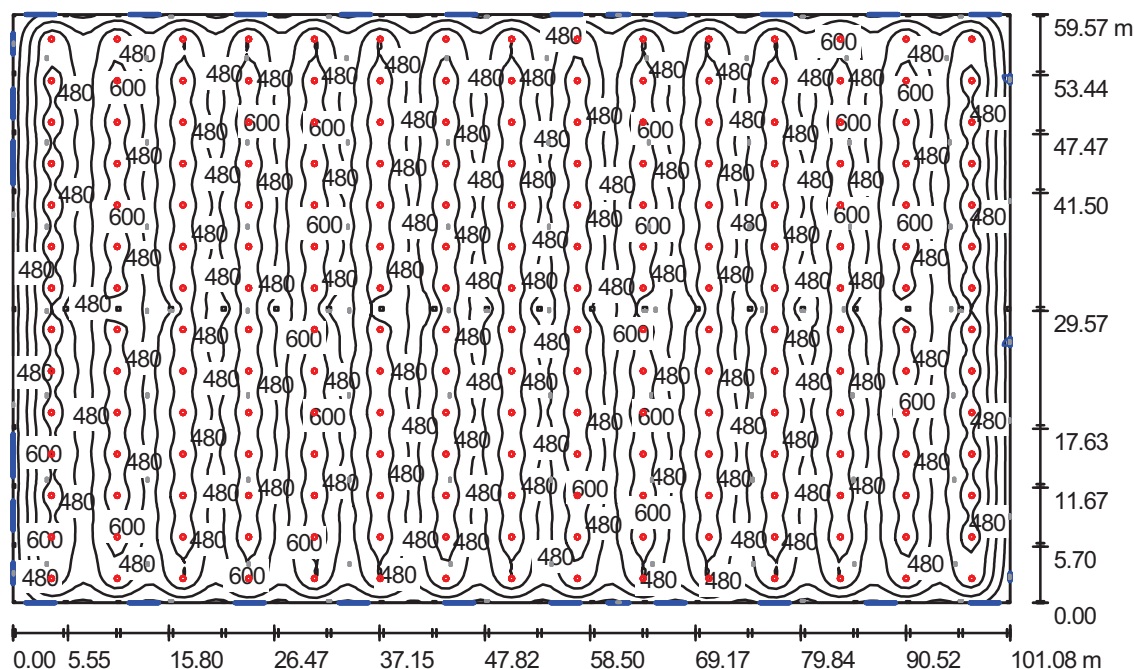


98 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 83  
Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Almacén / Alumbrado normal / Resumen



Altura del local: 6.900 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:765

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	527	137	715	0.261
Suelo	20	522	151	641	0.289
Techo	50	89	49	105	0.555
Paredes (48)	30	111	37	276	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	210	Philips HPK150 1xHPL-N400W P-NB +GPK150 R (1.000)	22000	426.0
Total:			4620000	89460.0

Valor de eficiencia energética:  $14.86 \text{ W/m}^2 = 2.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6021.34 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Almacén / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 4620000 lm  
 Potencia total: 89460.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	484	43	527	/	/
Suelo	478	44	522	20	33
Techo	0.00	89	89	50	14
Pared 1	61	45	106	30	10
Pared 1_1	52	54	106	30	10
Pared 1_2	55	54	110	30	10
Pared 1_3	67	59	126	30	12
Pared 1_4	71	56	127	30	12
Pared 1_5	64	55	119	30	11
Pared 1_6	52	54	106	30	10
Pared 1_7	53	57	110	30	11
Pared 1_8	67	70	137	30	13
Pared 1_9	71	62	133	30	13
Pared 1_10	65	64	129	30	12
Pared 1_11	52	60	112	30	11
Pared 1_12	55	54	108	30	10
Pared 1_13	67	53	120	30	11
Pared 1_14	71	54	126	30	12
Pared 1_15	65	62	127	30	12
Pared 1_16	53	53	106	30	10
Pared 1_17	55	52	106	30	10
Pared 1_18	61	50	111	30	11
Pared 2	43	69	112	30	11
Pared 2_1	43	64	108	30	10
Pared 3	61	47	108	30	10
Pared 3_1	56	67	123	30	12
Pared 3_2	52	51	103	30	9.80
Pared 3_3	71	58	129	30	12

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Almacén / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Pared 3_4	67	55	122	30	12
Pared 3_5	52	57	109	30	10
Pared 3_6	64	63	127	30	12
Pared 3_7	67	55	122	30	12
Pared 3_8	53	56	110	30	10
Pared 3_9	65	58	122	30	12
Pared 3_10	71	58	129	30	12
Pared 3_11	55	57	111	30	11
Pared 3_12	52	57	110	30	10
Pared 3_13	71	58	129	30	12
Pared 3_14	67	58	125	30	12
Pared 3_15	52	57	109	30	10
Pared 3_16	65	60	125	30	12
Pared 3_17	61	42	103	30	9.81
Pared 3_18	54	51	106	30	10
Pared 4	44	52	96	30	9.14
Pared 4_1	23	52	75	30	7.17
Pared 4_2	44	61	105	30	10
Pared 4_3	32	45	77	30	7.39
Pared 4_4	23	51	74	30	7.08
Pared 4_5	44	52	96	30	9.18
Pared 4_6	32	43	75	30	7.20
Pared 4_7	44	62	106	30	10

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.261 (1:4)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.192 (1:5)

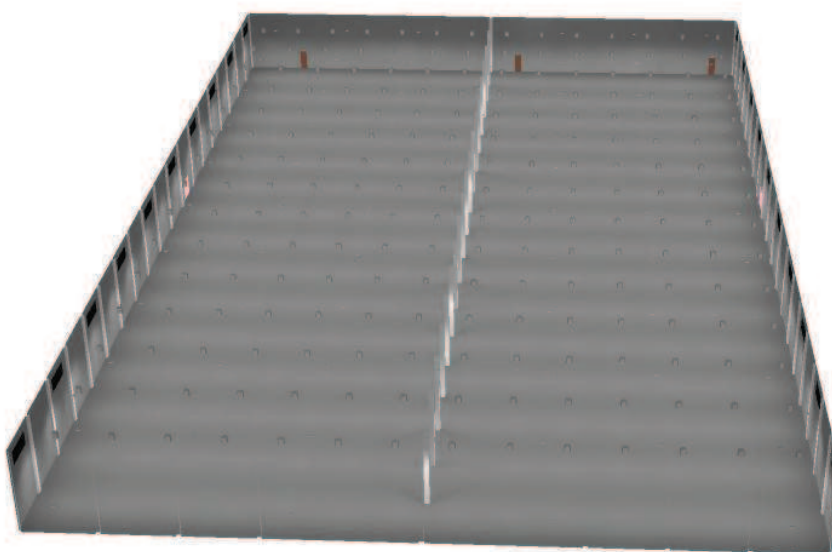
Valor de eficiencia energética:  $14.86 \text{ W/m}^2 = 2.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6021.34 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

---

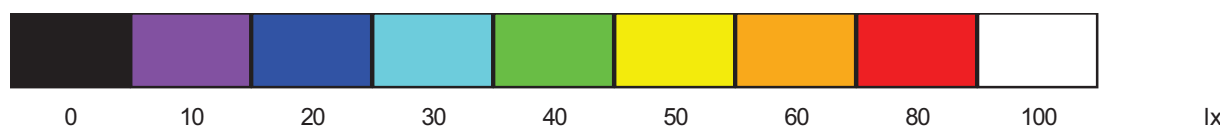
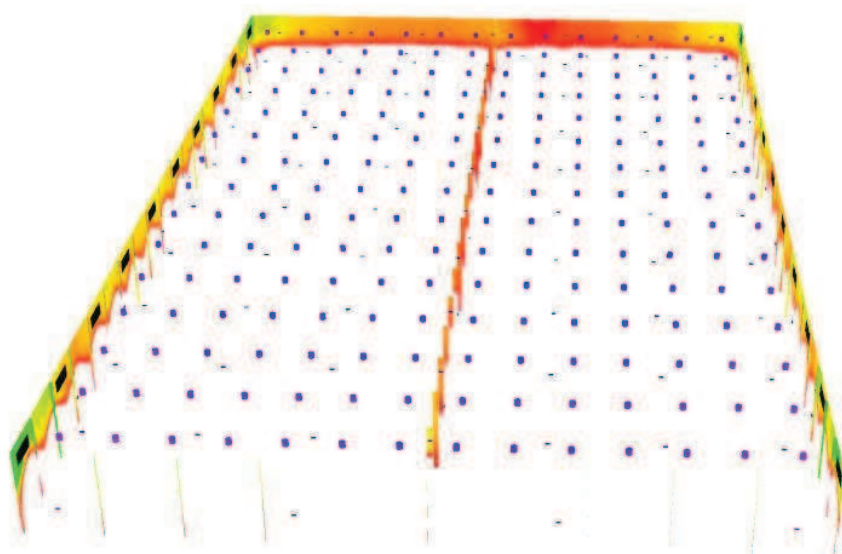
**Almacén / Alumbrado normal / Rendering (procesado) en 3D**

---



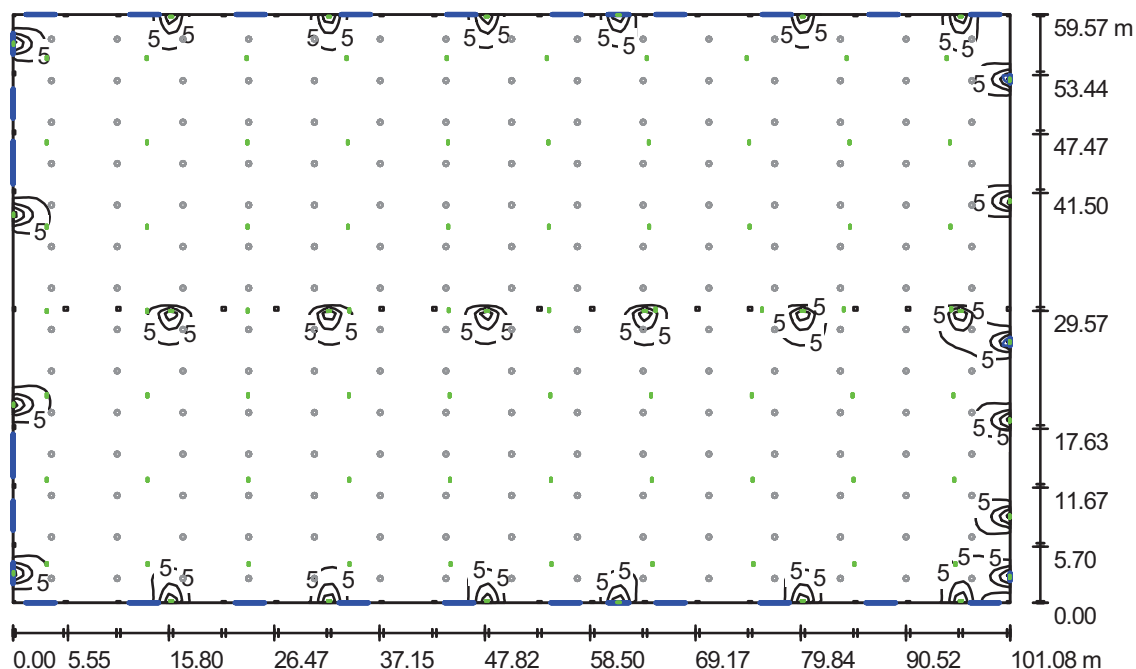
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Almacén / Alumbrado normal / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Almacén / Alumbrado de emergencia / Resumen



Altura del local: 6.900 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:765

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	3.39	1.13	23	0.335
Suelo	20	3.29	1.14	11	0.346
Techo	50	1.12	0.11	86	0.100
Paredes (48)	30	2.49	1.02	103	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	98	Philips TCH329 1xTL8W P (1.000)	470	12.0
Total:			46060	1176.0

Valor de eficiencia energética:  $0.20 \text{ W/m}^2 = 5.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6021.34 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Almacén / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 46060 lm  
 Potencia total: 1176.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	2.94	0.45	3.39	/	/
Suelo	2.85	0.44	3.29	20	0.21
Techo	1.12	0.00	1.12	50	0.18
Pared 1	2.89	0.35	3.24	30	0.31
Pared 1_1	2.19	0.36	2.55	30	0.24
Pared 1_2	1.69	0.22	1.92	30	0.18
Pared 1_3	1.96	0.28	2.24	30	0.21
Pared 1_4	1.97	0.25	2.23	30	0.21
Pared 1_5	1.68	0.18	1.86	30	0.18
Pared 1_6	1.74	0.20	1.94	30	0.19
Pared 1_7	3.03	0.26	3.29	30	0.31
Pared 1_8	1.76	0.22	1.99	30	0.19
Pared 1_9	1.90	0.24	2.14	30	0.20
Pared 1_10	2.04	0.26	2.30	30	0.22
Pared 1_11	1.62	0.17	1.79	30	0.17
Pared 1_12	2.06	0.26	2.32	30	0.22
Pared 1_13	1.82	0.23	2.05	30	0.20
Pared 1_14	1.73	0.21	1.94	30	0.18
Pared 1_15	1.78	0.23	2.01	30	0.19
Pared 1_16	1.92	0.28	2.20	30	0.21
Pared 1_17	1.60	0.19	1.79	30	0.17
Pared 1_18	2.40	0.24	2.64	30	0.25
Pared 2	3.23	0.38	3.62	30	0.35
Pared 2_1	2.47	0.26	2.73	30	0.26
Pared 3	1.42	0.25	1.67	30	0.16
Pared 3_1	1.37	0.18	1.55	30	0.15
Pared 3_2	1.75	0.30	2.05	30	0.20
Pared 3_3	1.65	0.22	1.88	30	0.18

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Almacén / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Pared 3_4	1.70	0.26	1.95	30	0.19
Pared 3_5	1.45	0.18	1.62	30	0.16
Pared 3_6	1.45	0.17	1.62	30	0.15
Pared 3_7	1.46	0.20	1.66	30	0.16
Pared 3_8	2.81	0.26	3.07	30	0.29
Pared 3_9	1.76	0.24	1.99	30	0.19
Pared 3_10	1.64	0.23	1.87	30	0.18
Pared 3_11	1.76	0.24	2.00	30	0.19
Pared 3_12	1.39	0.16	1.55	30	0.15
Pared 3_13	1.46	0.19	1.64	30	0.16
Pared 3_14	1.60	0.22	1.83	30	0.17
Pared 3_15	1.69	0.26	1.95	30	0.19
Pared 3_16	1.58	0.22	1.80	30	0.17
Pared 3_17	2.26	0.22	2.48	30	0.24
Pared 3_18	1.45	0.18	1.63	30	0.16
Pared 4	2.19	0.19	2.38	30	0.23
Pared 4_1	2.70	0.21	2.91	30	0.28
Pared 4_2	3.30	0.27	3.57	30	0.34
Pared 4_3	3.59	0.28	3.87	30	0.37
Pared 4_4	2.64	0.20	2.84	30	0.27
Pared 4_5	2.08	0.18	2.26	30	0.22
Pared 4_6	3.43	0.27	3.70	30	0.35
Pared 4_7	3.11	0.25	3.37	30	0.32

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.335 (1:3)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.049 (1:20)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):

Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

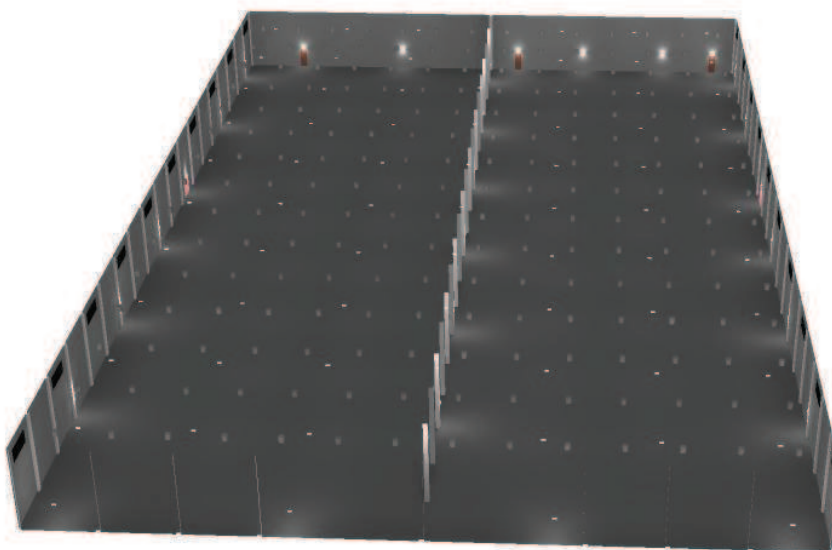
Valor de eficiencia energética:  $0.20 \text{ W/m}^2 = 5.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6021.34 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

---

**Almacén / Alumbrado de emergencia / Rendering (procesado) en 3D**

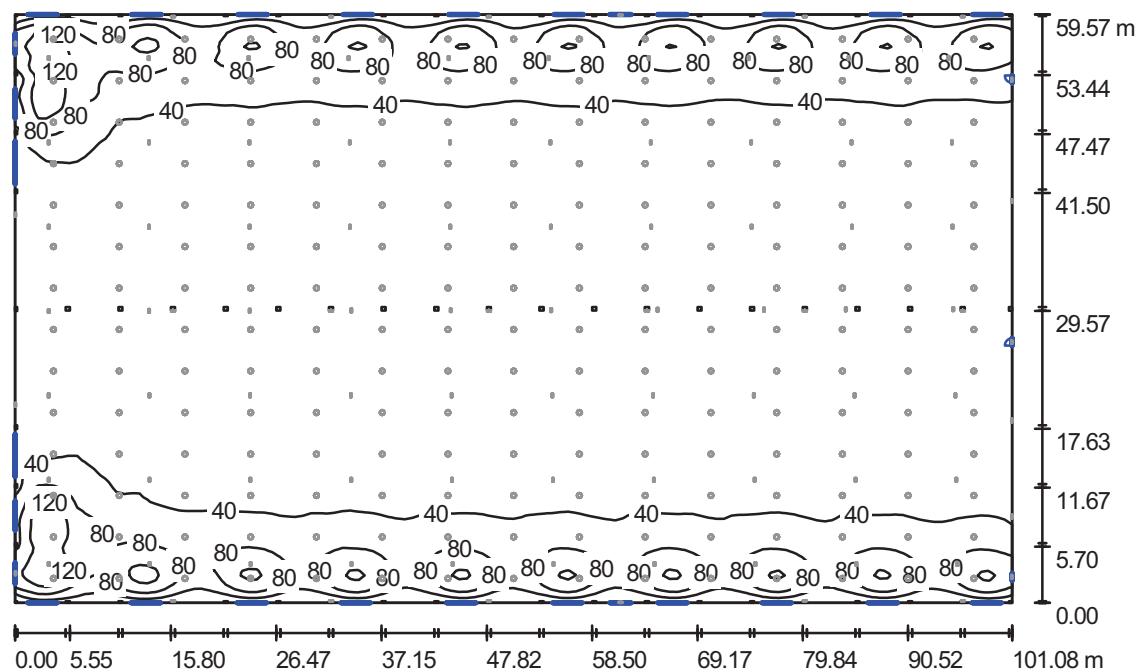
---





Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Almacén / Luz diurna / Resumen



Altura del local: 6.900 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:765

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	32	3.67	196	0.114
Suelo	20	31	3.97	170	0.126
Techo	50	5.86	2.48	90	0.423
Paredes (48)	30	19	2.73	253	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Almacén / Luz diurna / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
 Potencia total: 0.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	29	3.19	32	/	/
Suelo	28	3.40	31	20	2.00
Techo	0.00	5.86	5.86	50	0.93
Pared 1	4.71	7.68	12	30	1.18
Pared 1_1	3.55	6.90	10	30	1.00
Pared 1_2	5.27	7.55	13	30	1.22
Pared 1_3	4.28	5.62	9.90	30	0.95
Pared 1_4	5.83	5.73	12	30	1.10
Pared 1_5	4.74	5.15	9.88	30	0.94
Pared 1_6	6.54	5.43	12	30	1.14
Pared 1_7	4.69	5.56	10	30	0.98
Pared 1_8	6.75	7.76	15	30	1.38
Pared 1_9	4.89	5.72	11	30	1.01
Pared 1_10	6.92	7.58	14	30	1.38
Pared 1_11	5.23	6.37	12	30	1.11
Pared 1_12	7.04	5.90	13	30	1.24
Pared 1_13	4.75	5.13	9.88	30	0.94
Pared 1_14	7.27	5.87	13	30	1.25
Pared 1_15	7.15	7.82	15	30	1.43
Pared 1_16	11	9.03	20	30	1.92
Pared 1_17	14	11	24	30	2.32
Pared 1_18	13	13	26	30	2.47
Pared 2	24	4.57	28	30	2.70
Pared 2_1	24	4.19	28	30	2.69
Pared 3	4.43	8.05	12	30	1.19
Pared 3_1	5.12	9.53	15	30	1.40
Pared 3_2	2.84	6.23	9.07	30	0.87
Pared 3_3	5.70	5.70	11	30	1.09

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Almacén / Luz diurna / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Pared 3_4	3.20	5.43	8.63	30	0.82
Pared 3_5	6.26	5.67	12	30	1.14
Pared 3_6	3.67	6.02	9.68	30	0.92
Pared 3_7	6.57	5.37	12	30	1.14
Pared 3_8	4.68	5.42	10	30	0.96
Pared 3_9	6.70	5.60	12	30	1.17
Pared 3_10	4.01	5.33	9.35	30	0.89
Pared 3_11	7.09	6.35	13	30	1.28
Pared 3_12	4.16	5.72	9.88	30	0.94
Pared 3_13	7.14	6.43	14	30	1.30
Pared 3_14	4.43	5.84	10	30	0.98
Pared 3_15	11	8.78	19	30	1.86
Pared 3_16	6.01	6.75	13	30	1.22
Pared 3_17	13	12	25	30	2.35
Pared 3_18	13	8.78	22	30	2.13
Pared 4	20	7.79	28	30	2.68
Pared 4_1	9.74	5.35	15	30	1.44
Pared 4_2	8.78	3.42	12	30	1.17
Pared 4_3	64	16	80	30	7.65
Pared 4_4	9.40	5.14	15	30	1.39
Pared 4_5	20	7.83	28	30	2.65
Pared 4_6	63	11	73	30	7.00
Pared 4_7	8.47	3.98	12	30	1.19

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.114 (1:9)

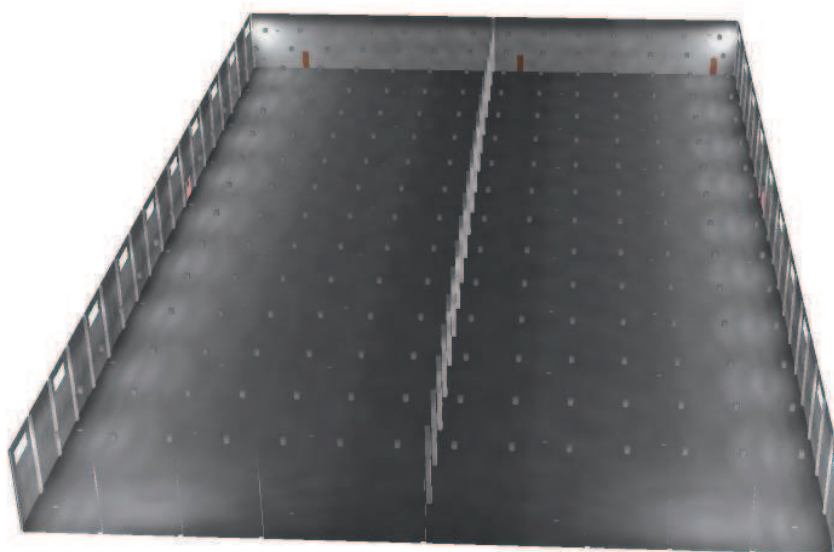
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.019 (1:53)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base: 6021.34 m²)

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

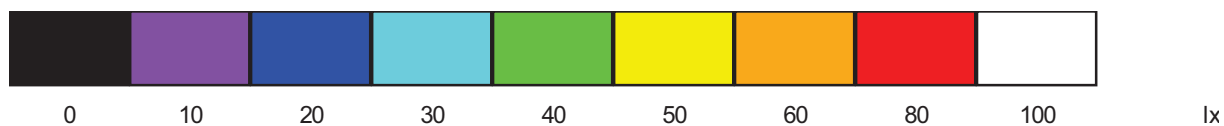
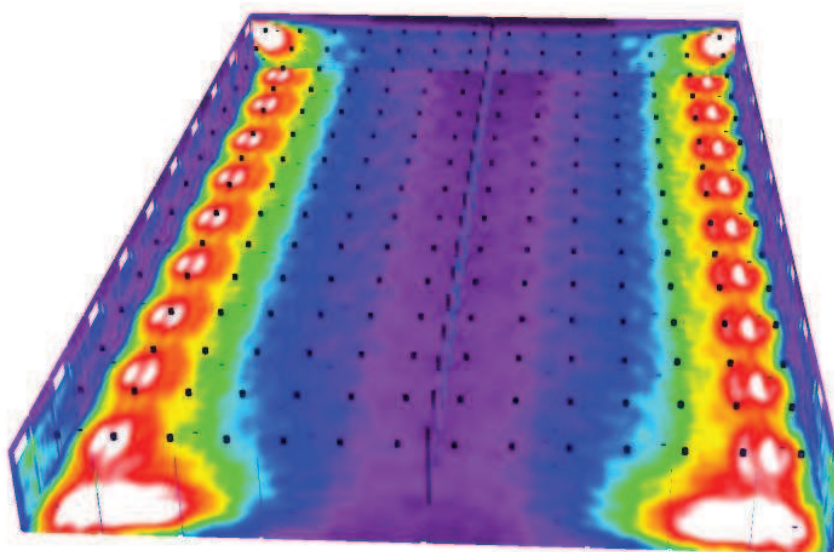
## Almacén / Luz diurna / Rendering (procesado) en 3D

---



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

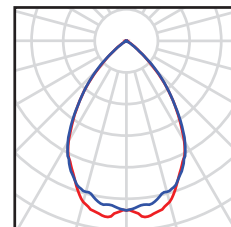
## Almacén / Luz diurna / Rendering (procesado) de colores falsos



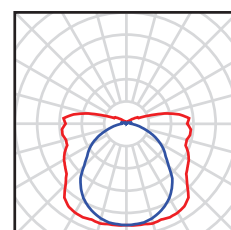
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Pasillo / Lista de luminarias

- 24 Pieza Philips FBS261 2xPL-C/4P26W HFP C +GBS261 Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.  
RL  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 54.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 85 100 100 100 29  
Lámpara: 2 x PL-C/4P26W/840 (Factor de corrección 1.000).

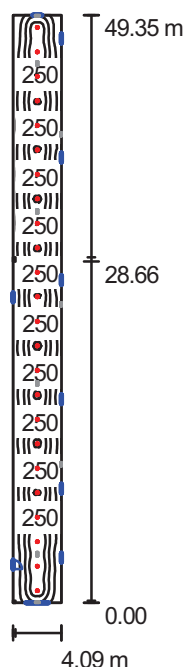


- 9 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 83  
Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Pasillo / Alumbrado normal / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:635

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	160	60	261	0.374
Suelo	63	154	86	194	0.563
Techo	85	81	59	95	0.732
Paredes (5)	77	85	57	121	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	24	Philips FBS261 2xPL-C/4P26W HFP C +GBS261 RL (1.000)	3600	54.0
Total:			86400	1296.0

Valor de eficiencia energética:  $6.41 \text{ W/m}^2 = 4.01 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $202.04 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Pasillo / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 86400 lm  
 Potencia total: 1296.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	94	66	160	/	/
Suelo	85	68	154	63	31
Techo	0.00	81	81	85	22
Pared 1	6.35	69	76	77	19
Pared 2	7.55	78	86	77	21
Pared 3	12	67	80	77	20
Pared 4	7.46	79	86	77	21
Pared 4_1	7.65	77	84	77	21

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.374 (1:3)

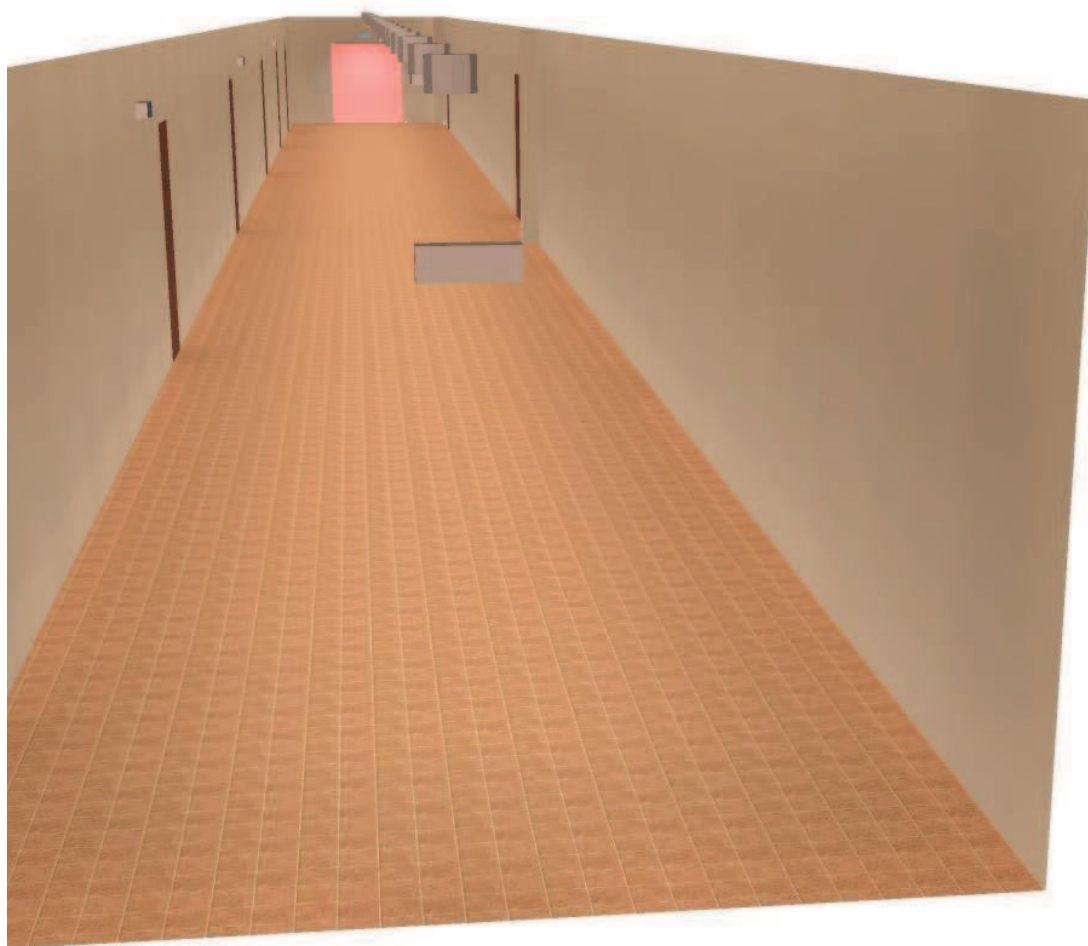
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.229 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $6.41 \text{ W/m}^2 = 4.01 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 202.04 m²)



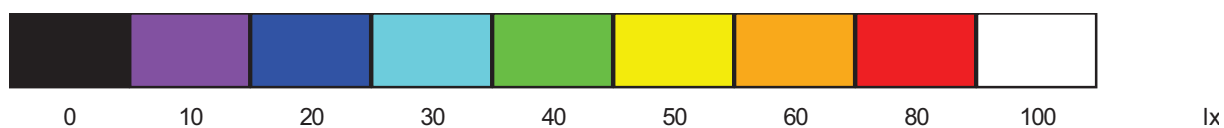
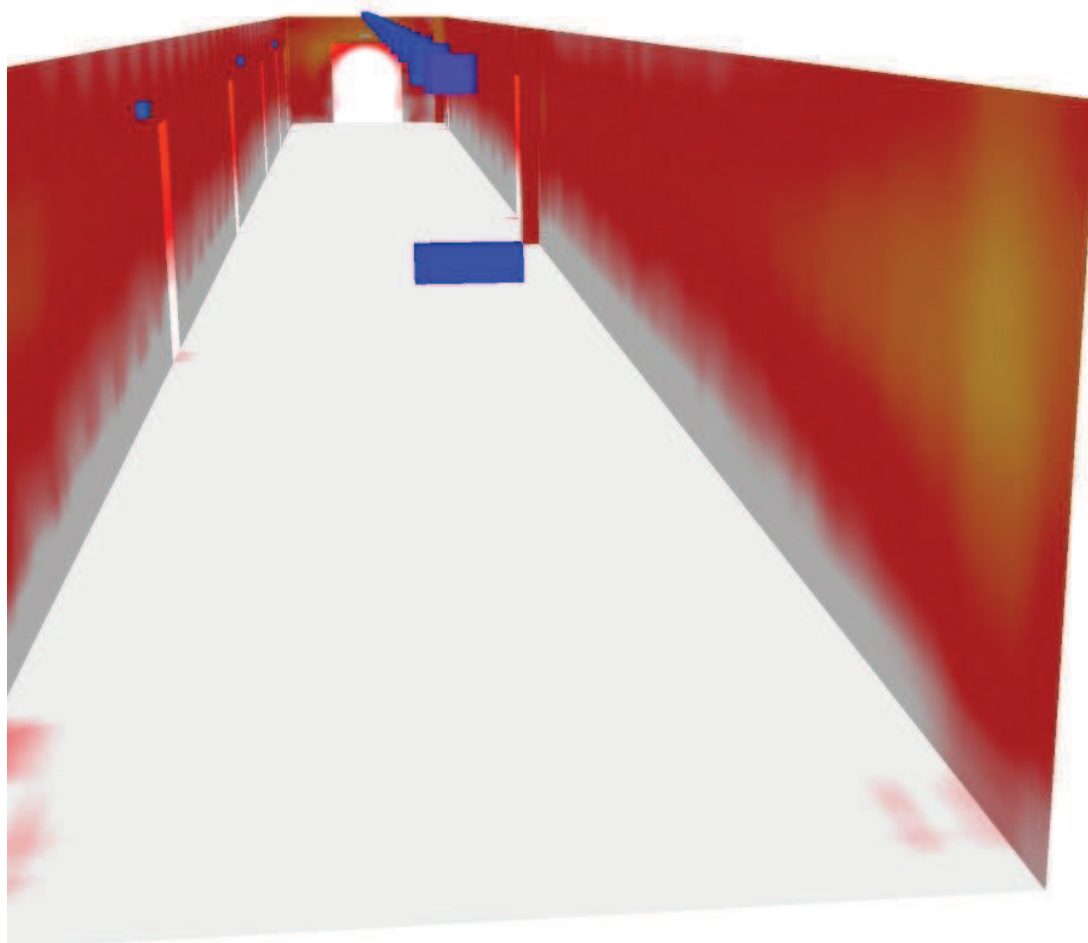
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## **Pasillo / Alumbrado normal / Rendering (procesado) en 3D**



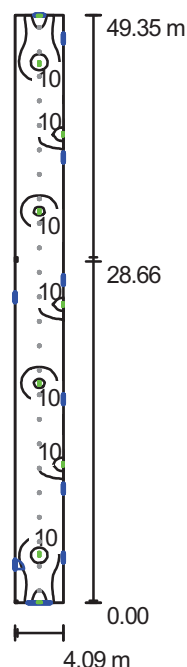
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Pasillo / Alumbrado normal / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Pasillo / Alumbrado de emergencia / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:635

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	7.39	1.11	27	0.150
Suelo	63	5.96	1.19	14	0.200
Techo	85	3.99	0.06	144	0.016
Paredes (5)	77	4.72	0.40	116	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	9	Philips TCH329 1xTL8W P (1.000)	470	12.0
Total:			4230	108.0

Valor de eficiencia energética:  $0.53 \text{ W/m}^2 = 7.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $202.04 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Pasillo / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 4230 lm  
 Potencia total: 108.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	5.46	1.94	7.39	/	/
Suelo	4.35	1.60	5.96	63	1.19
Techo	3.99	0.00	3.99	85	1.08
Pared 1	4.15	3.51	7.66	77	1.88
Pared 2	3.24	1.28	4.52	77	1.11
Pared 3	3.77	3.13	6.90	77	1.69
Pared 4	3.54	0.70	4.24	77	1.04
Pared 4_1	4.08	0.81	4.89	77	1.20

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.150 (1:7)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.041 (1:24)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

Valor de eficiencia energética:  $0.53 \text{ W/m}^2 = 7.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 202.04 m²)

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

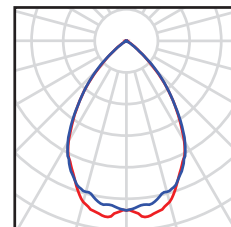
## **Pasillo / Alumbrado de emergencia / Rendering (procesado) en 3D**



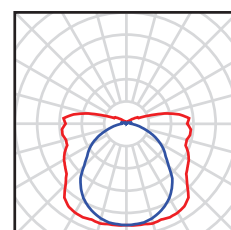
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Hall / Lista de luminarias

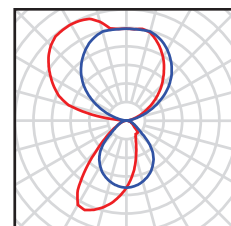
- 23 Pieza Philips FBS261 2xPL-C/4P26W HFP C +GBS261 Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.  
 RL  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm  
 Potencia de las luminarias: 54.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 85 100 100 100 29  
 Lámpara: 2 x PL-C/4P26W/840 (Factor de corrección 1.000).



- 6 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 83  
 Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
 Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).

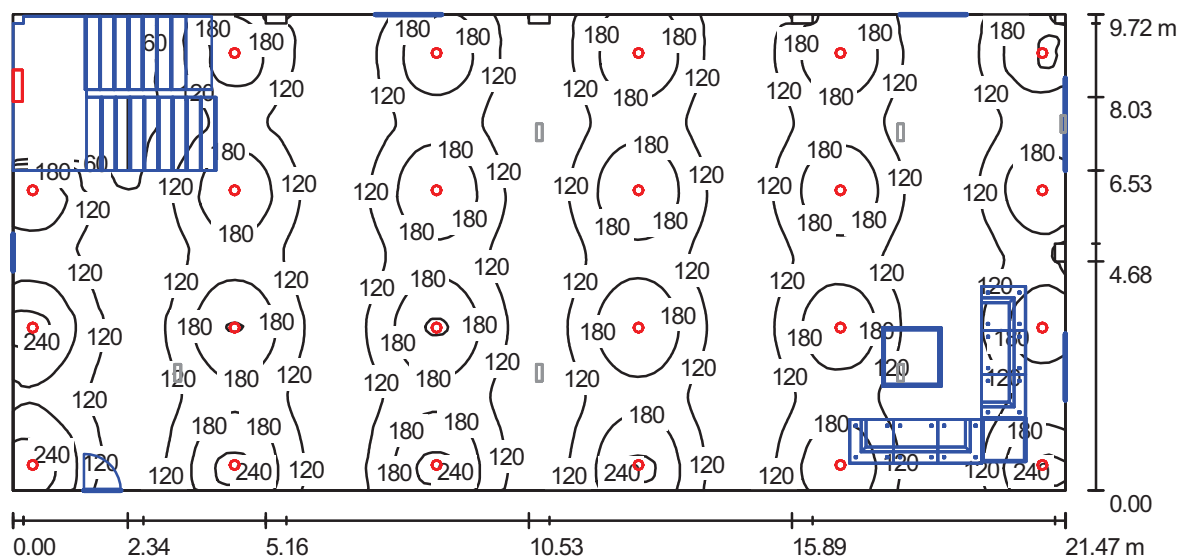


- 1 Pieza Philips TWS640 1xTL5-20W HFP AC-MLO  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 1650 lm  
 Potencia de las luminarias: 24.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 1650 lm, 24.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 30  
 Código CIE Flux: 66 90 98 30 94  
 Lámpara: 1 x TL5-20W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Hall / Alumbrado normal / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:154

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	137	8.61	289	0.063
Suelo	63	127	15	207	0.122
Techo	85	78	11	1135	0.134
Paredes (8)	77	99	17	2287	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	23	Philips FBS261 2xPL-C/4P26W HFP C +GBS261 RL (1.000)	3600	54.0
2	1	Philips TWS640 1xTL5-20W HFP AC-MLO (1.000)	1650	24.0
Total:			84450	1266.0

Valor de eficiencia energética:  $6.07 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $208.69 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Hall / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 84450 lm  
 Potencia total: 1266.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	72	66	137	/	/
Suelo	64	63	127	63	25
Techo	2.10	76	78	85	21
Pared 1	26	74	100	77	25
Pared 2	52	68	120	77	29
Pared 2_1	40	55	95	77	23
Pared 3	17	78	94	77	23
Pared 3_1	26	74	100	77	25
Pared 3_2	14	39	52	77	13
Pared 3_3	13	72	85	77	21
Pared 4	55	65	120	77	29

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.063 (1:16)

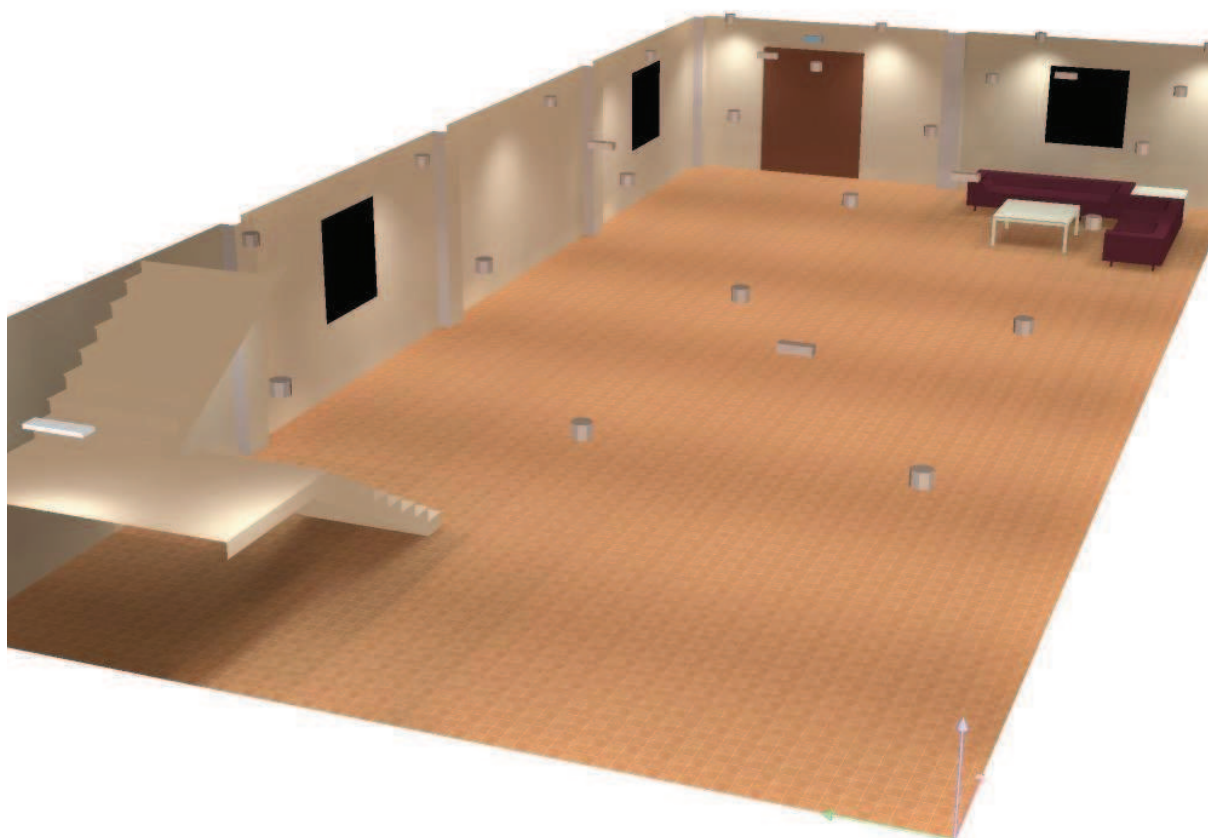
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.030 (1:34)

Valor de eficiencia energética:  $6.07 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $208.69 \text{ m}^2$ )



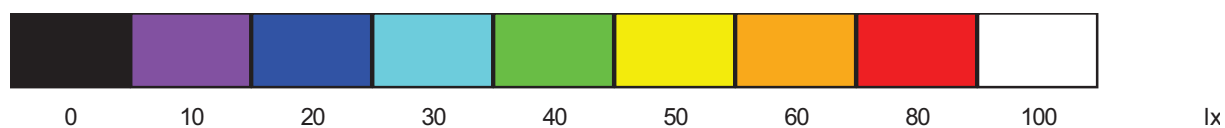
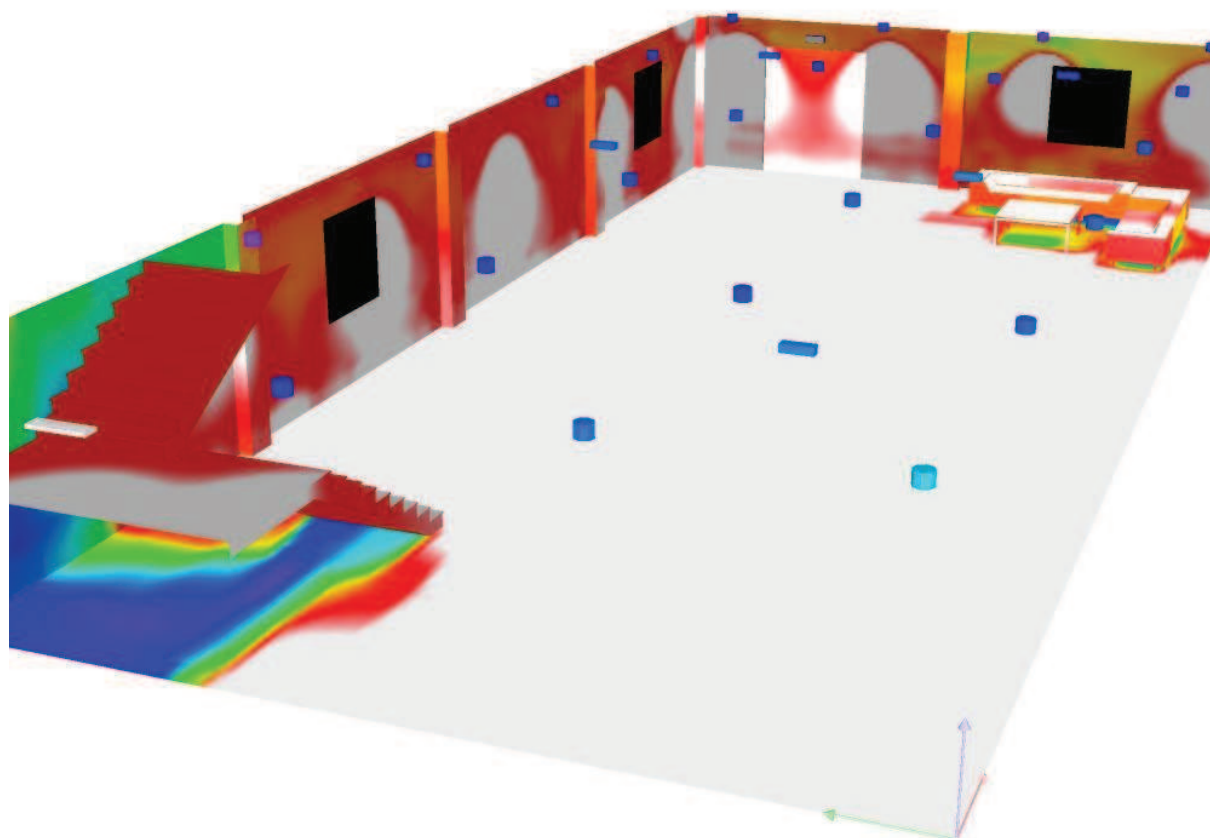
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Hall / Alumbrado normal / Rendering (procesado) en 3D



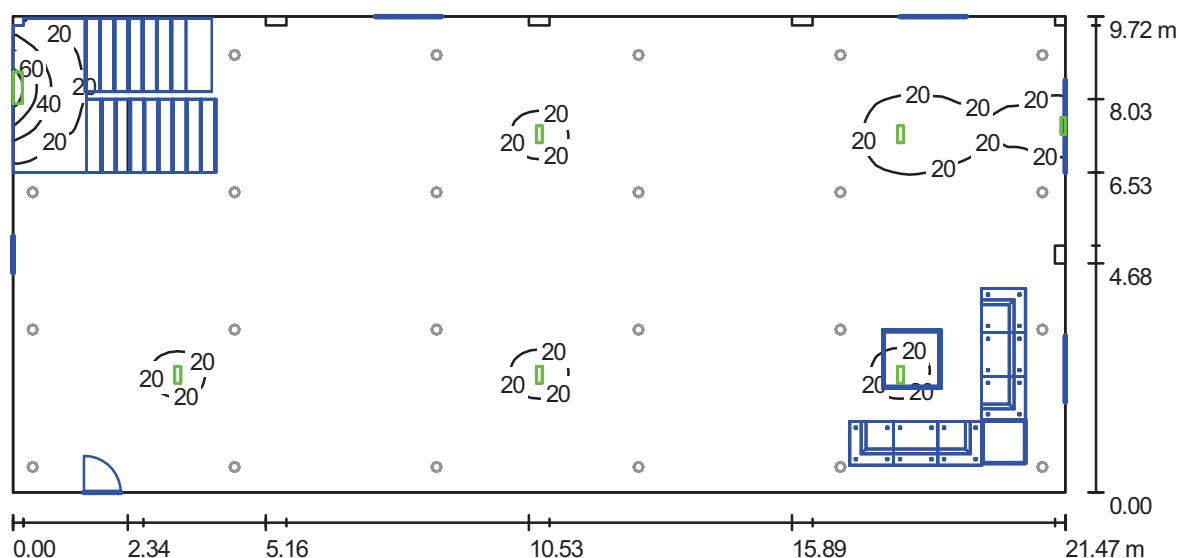
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Hall / Alumbrado normal / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Hall / Alumbrado de emergencia / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:154

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	7.56	1.00	86	0.133
Suelo	63	6.60	1.30	37	0.197
Techo	85	3.50	0.04	652	0.010
Paredes (8)	77	7.23	0.41	1738	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión  
 en el techo.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	6	Philips TCH329 1xTL8W P (1.000)	470	12.0
2	1	Philips TWS640 1xTL5-20W HFP AC-MLO (1.000)	1238	24.0
Total:			4058	96.0

Valor de eficiencia energética:  $0.46 \text{ W/m}^2 = 6.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $208.69 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Hall / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 4058 lm  
 Potencia total: 96.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	5.79	1.77	7.56	/	/
Suelo	5.05	1.55	6.60	63	1.32
Techo	3.50	0.00	3.50	85	0.95
Pared 1	2.49	0.48	2.98	77	0.73
Pared 2	5.67	3.40	9.06	77	2.22
Pared 2_1	3.28	0.33	3.62	77	0.89
Pared 3	2.53	0.38	2.92	77	0.71
Pared 3_1	4.05	1.28	5.33	77	1.31
Pared 3_2	1.85	3.19	5.04	77	1.24
Pared 3_3	1.86	0.33	2.20	77	0.54
Pared 4	20	4.41	25	77	6.05

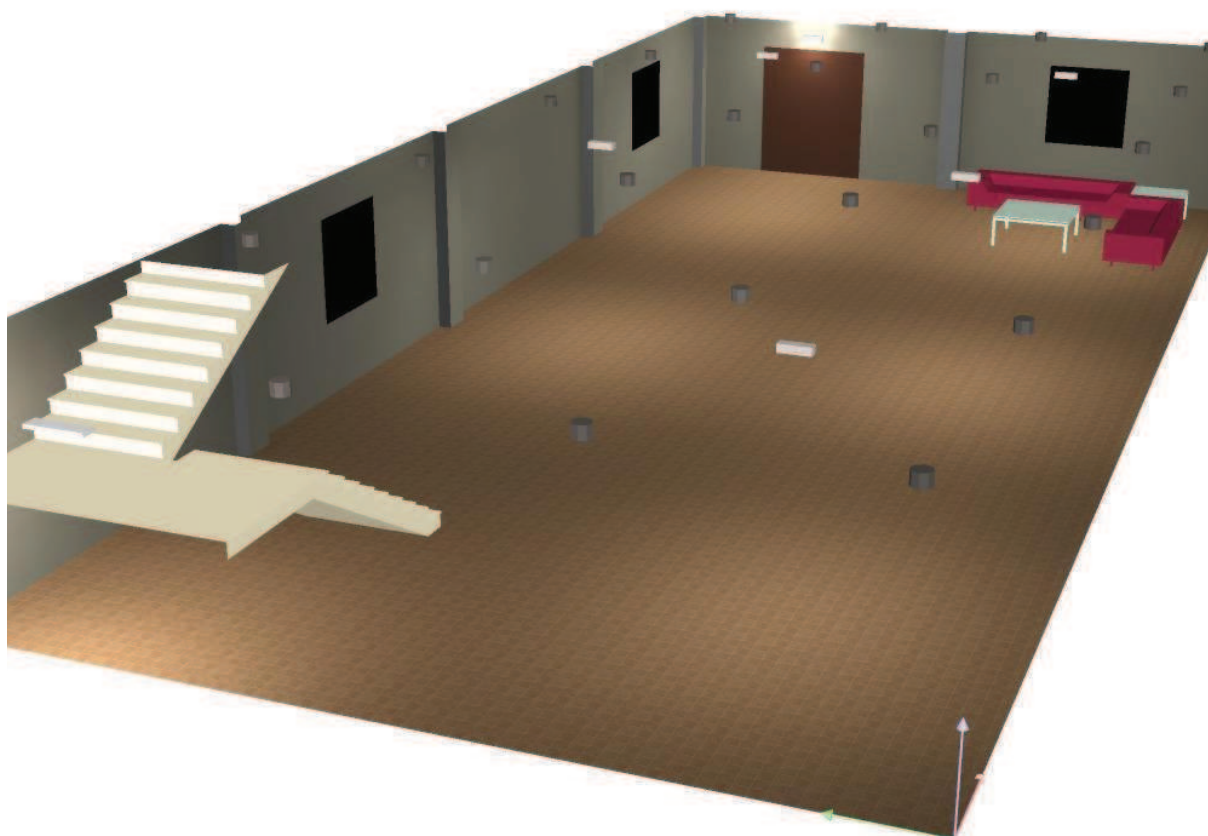
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.133 (1:8)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.012 (1:86)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

Valor de eficiencia energética:  $0.46 \text{ W/m}^2 = 6.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $208.69 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Hall / Alumbrado de emergencia / Rendering (procesado) en 3D



## Hall / Luz diurna / Resumen

Página 38

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Hall / Luz diurna / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
 Potencia total: 0.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	66	39	105	/	/
Suelo	50	39	88	63	18
Techo	0.00	48	48	85	13
Pared 1	24	34	58	77	14
Pared 2	28	70	98	77	24
Pared 2_1	7.68	53	61	77	15
Pared 3	5.24	50	55	77	14
Pared 3_1	5.54	90	96	77	24
Pared 3_2	0.71	14	15	77	3.64
Pared 3_3	2.22	76	79	77	19
Pared 4	6.17	18	24	77	5.84

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.035 (1:29)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.002 (1:486)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base: 208.69 m²)

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

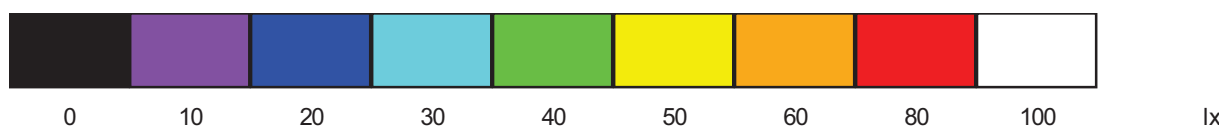
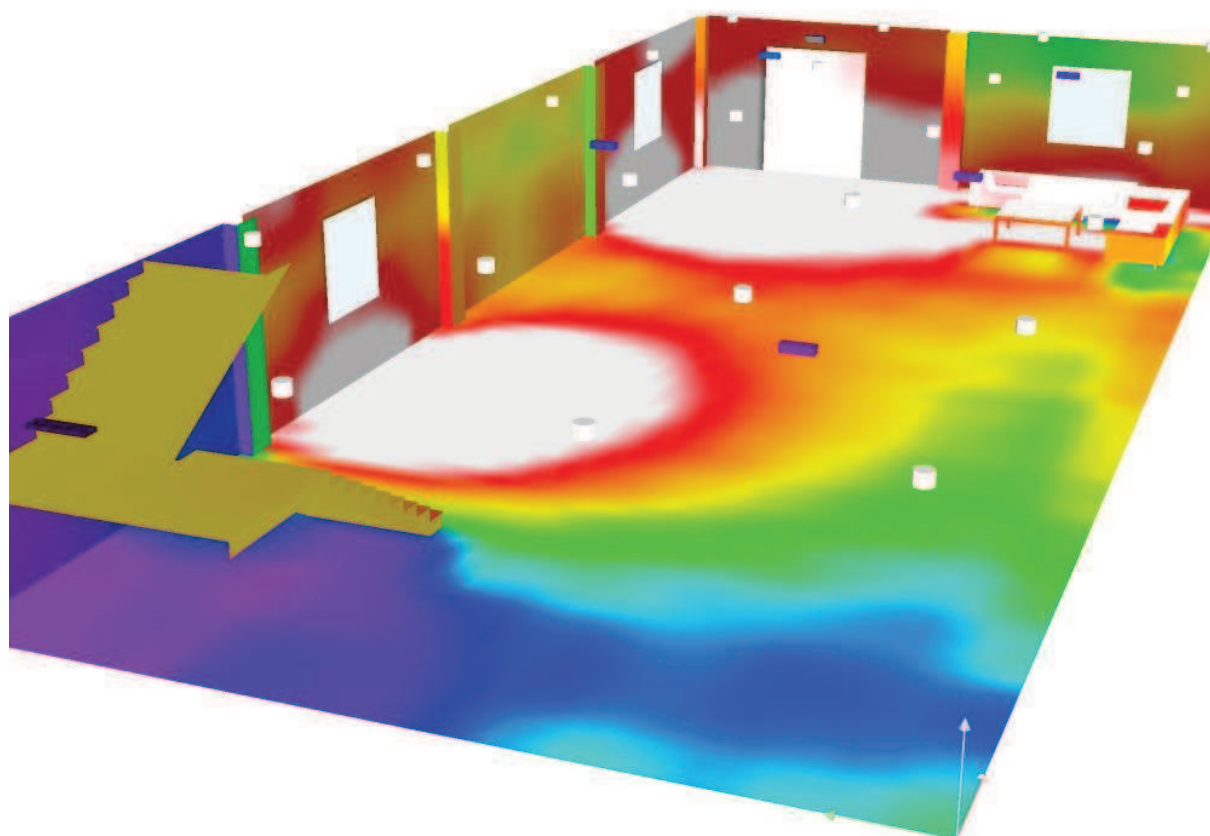
## Hall / Luz diurna / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

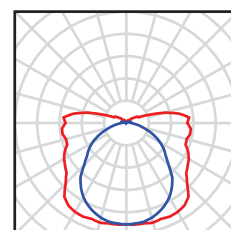
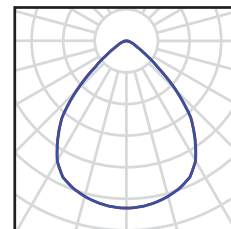
## Hall / Luz diurna / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

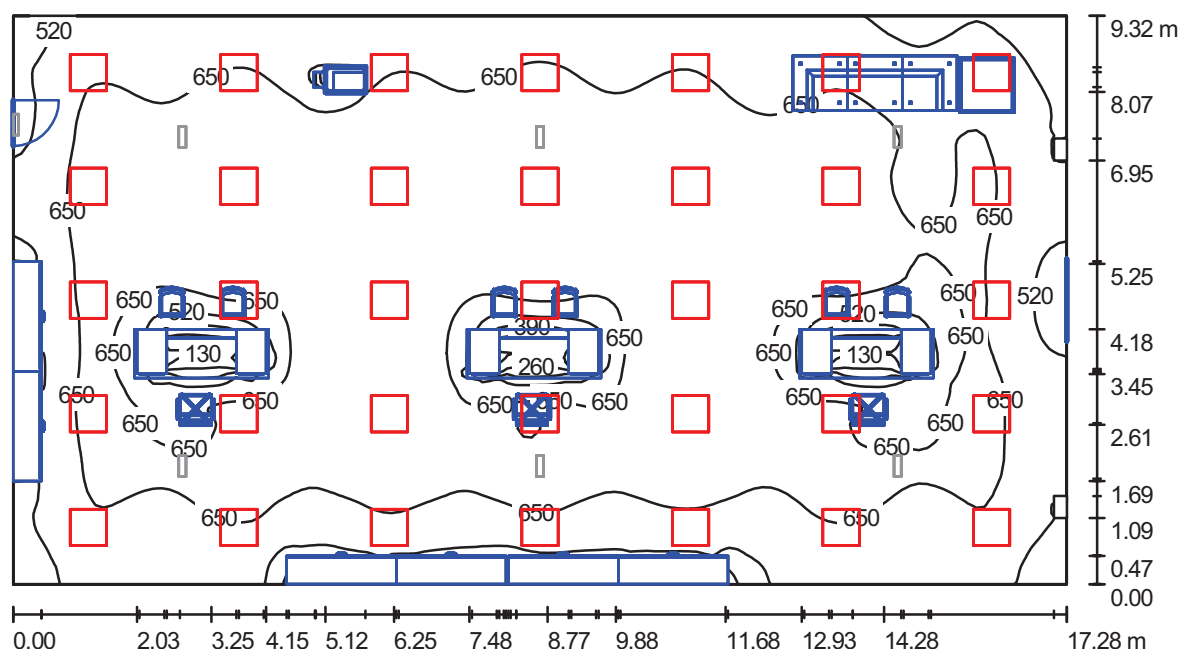
## Oficina 1 / Lista de luminarias

- 35 Pieza Philips RC460B W60L60 1xLED28S/840  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 2800 lm  
Potencia de las luminarias: 35.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 70 96 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED28S/840/- (Factor de corrección 1.000).
- 7 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 83  
Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficina 1 / Alumbrado normal / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	629	96	724	0.153
Suelo	61	541	56	699	0.104
Techo	70	287	121	378	0.421
Paredes (6)	86	314	15	611	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	35	Philips RC460B W60L60 1xLED28S/840 (1.000)	2800	35.0
Total:			98000	1225.0

Valor de eficiencia energética:  $7.61 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $161.05 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficina 1 / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 98000 lm  
 Potencia total: 1225.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	419	210	629	/	/
Suelo	343	198	541	61	105
Techo	0.00	287	287	70	64
Pared 1	75	216	291	86	80
Pared 2	97	240	338	86	92
Pared 2_1	69	256	325	86	89
Pared 2_2	79	217	296	86	81
Pared 3	104	249	353	86	97
Pared 4	60	213	273	86	75

Simetrías en el plano útil

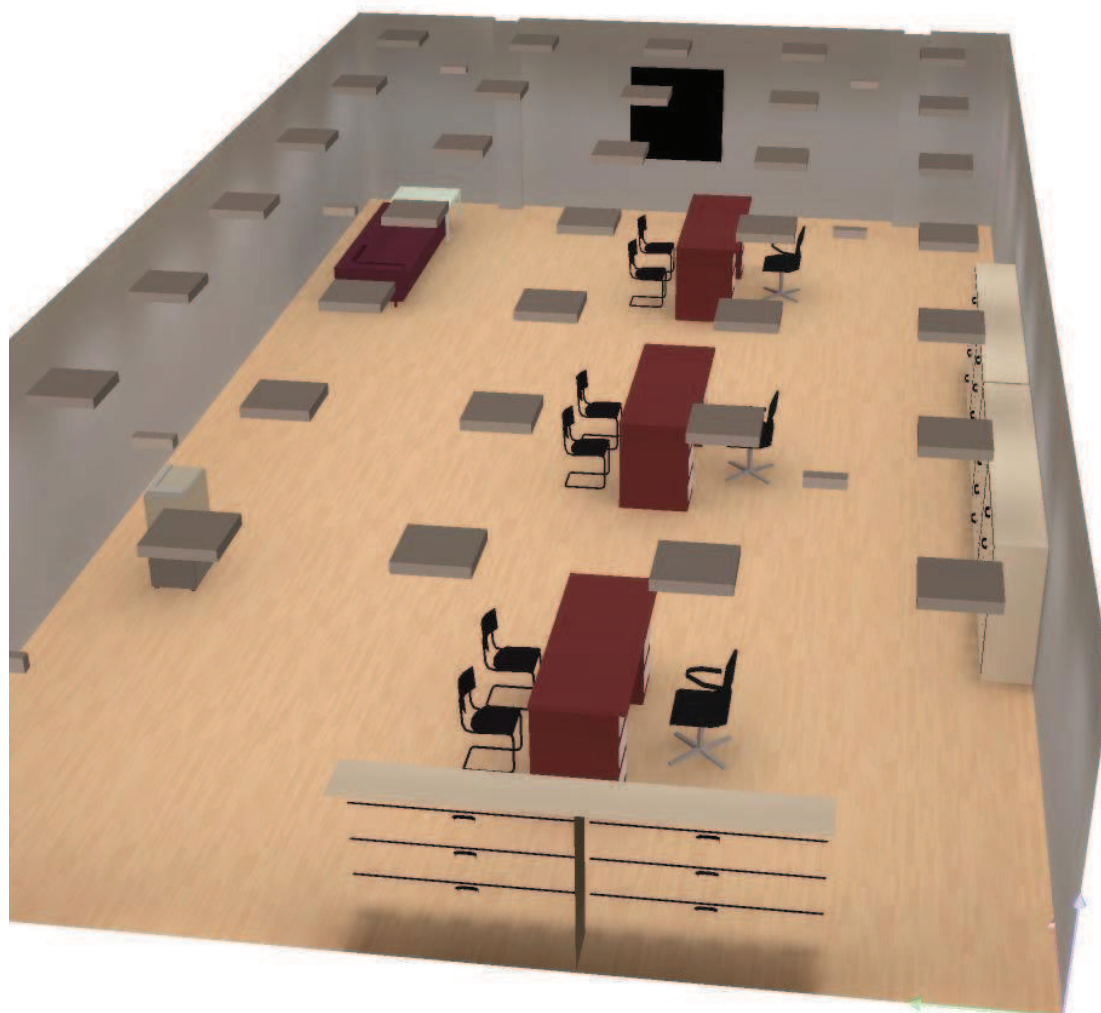
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.153 (1:7)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.133 (1:8)

Valor de eficiencia energética:  $7.61 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $161.05 \text{ m}^2$ )

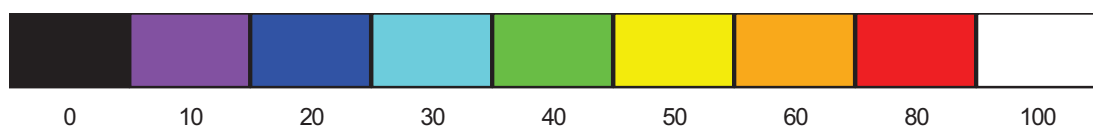
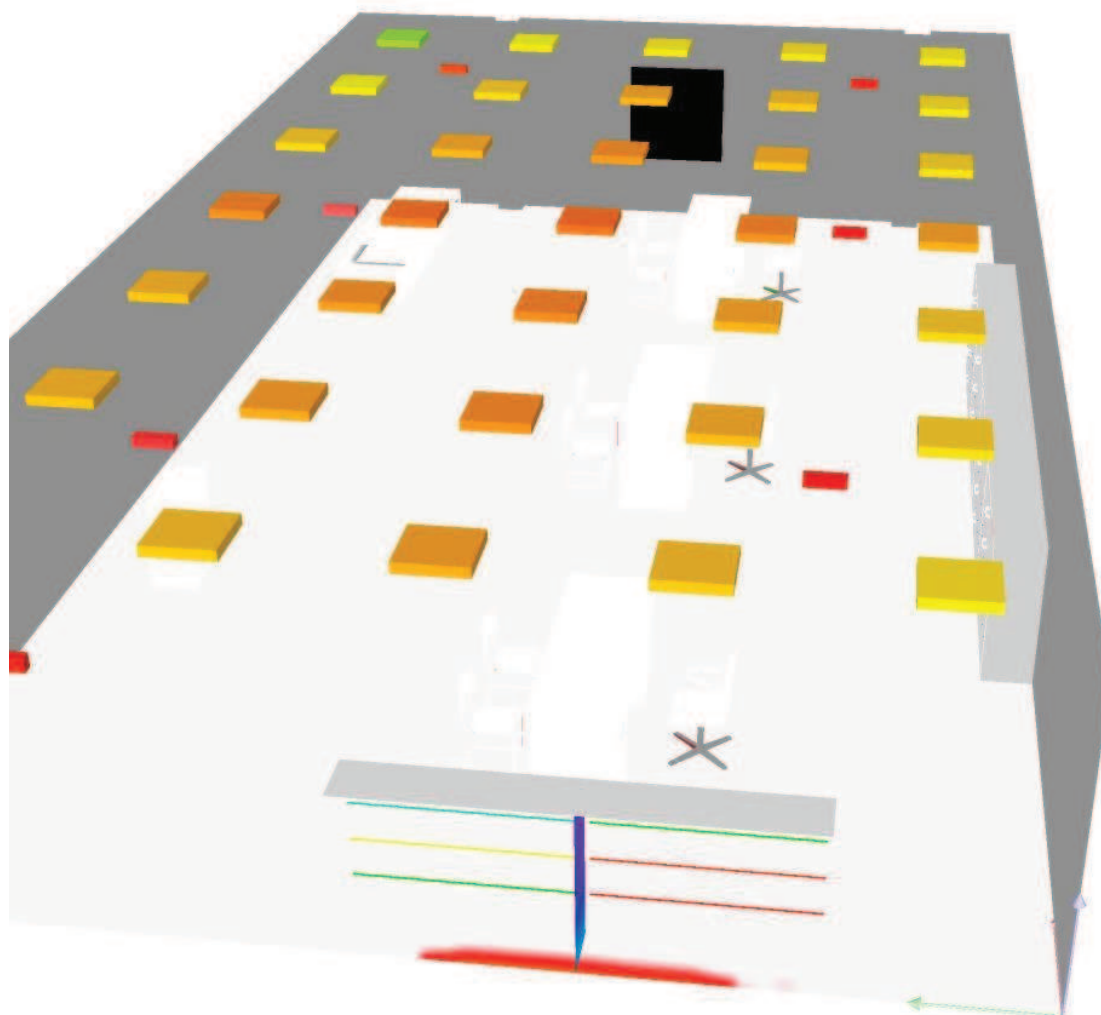
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Oficina 1 / Alumbrado normal / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

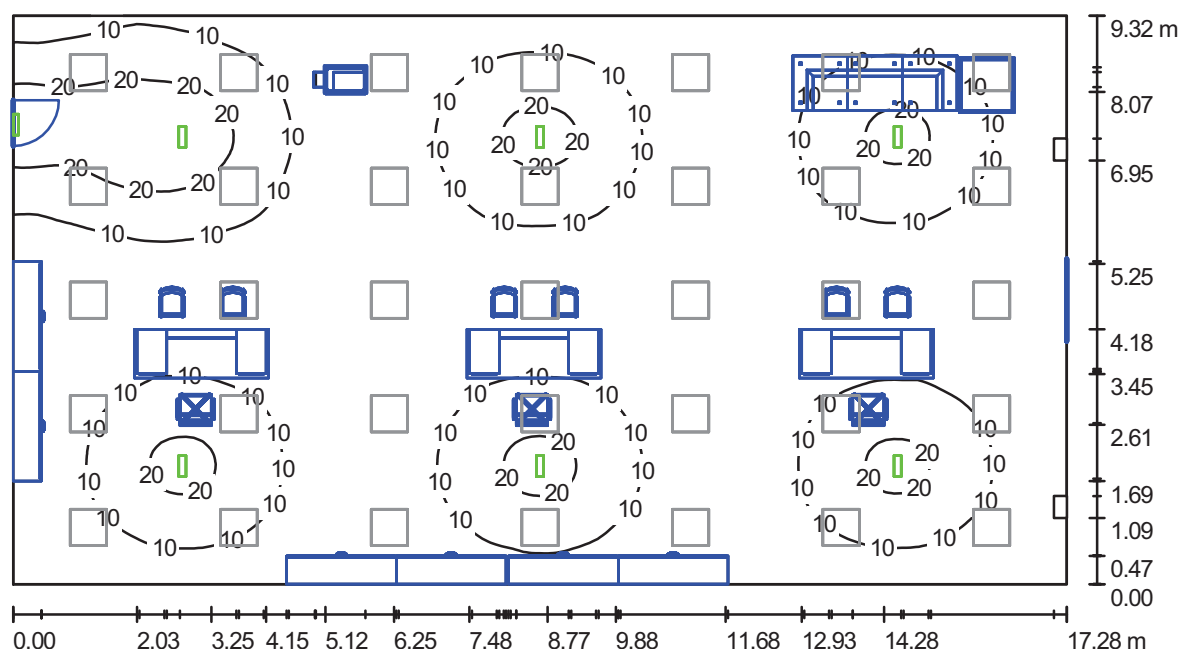
## Oficina 1 / Alumbrado normal / Rendering (procesado) de colores falsos



lx

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficina 1 / Alumbrado de emergencia / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	9.11	1.66	29	0.182
Suelo	61	7.68	1.68	17	0.219
Techo	70	2.64	0.07	155	0.027
Paredes (6)	86	5.07	1.03	119	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):

Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	7	Philips TCH329 1xTL8W P (1.000)	470	12.0
Total:			3290	84.0

Valor de eficiencia energética:  $0.52 \text{ W/m}^2 = 5.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $161.05 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficina 1 / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3290 lm  
 Potencia total: 84.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	7.81	1.30	9.11	/	/
Suelo	6.57	1.11	7.68	61	1.49
Techo	2.64	0.00	2.64	70	0.59
Pared 1	3.70	0.51	4.21	86	1.15
Pared 2	4.72	0.34	5.07	86	1.39
Pared 2_1	3.59	0.23	3.82	86	1.05
Pared 2_2	4.57	0.33	4.90	86	1.34
Pared 3	4.26	0.76	5.02	86	1.37
Pared 4	5.57	1.37	6.95	86	1.90

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.182 (1:5)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.058 (1:17)

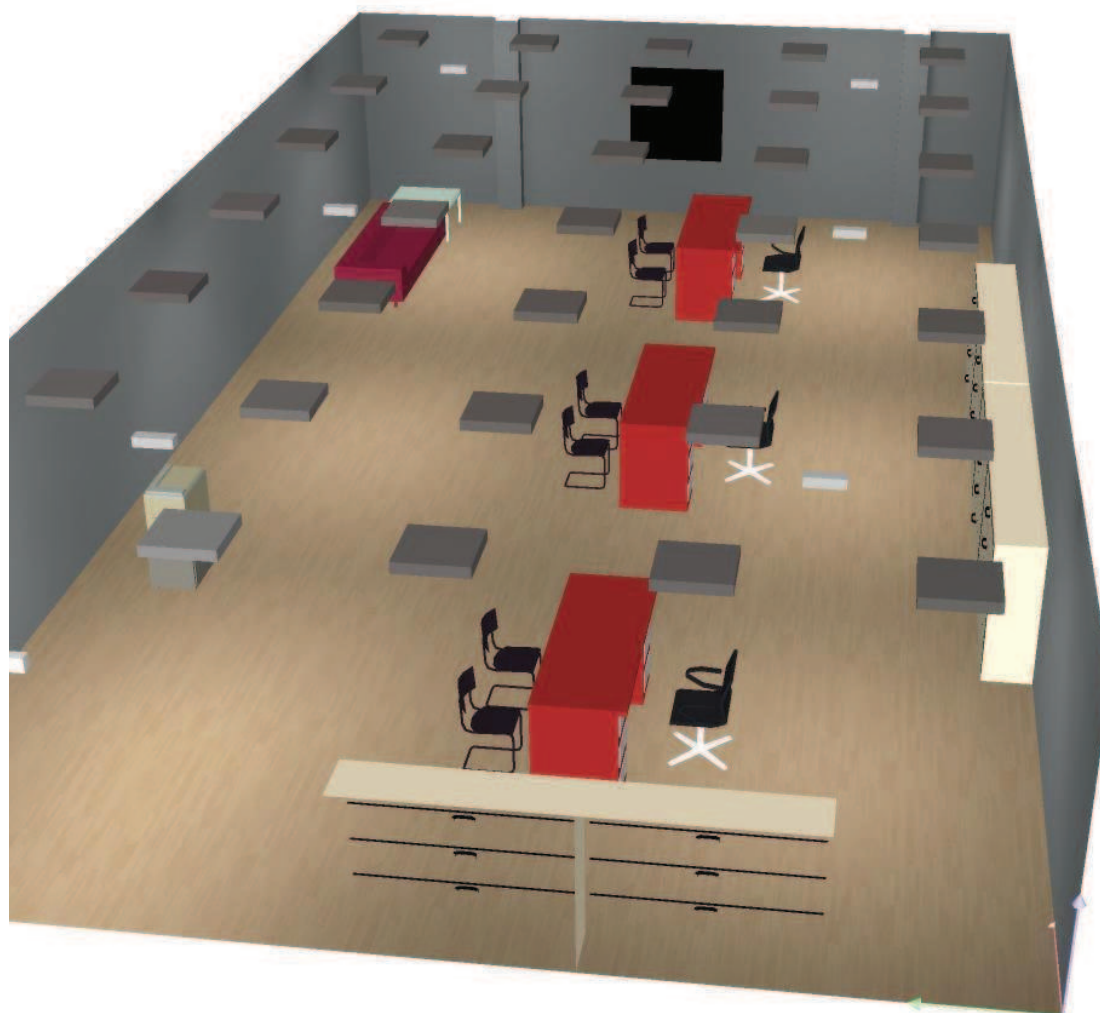
Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

Valor de eficiencia energética:  $0.52 \text{ W/m}^2 = 5.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $161.05 \text{ m}^2$ )



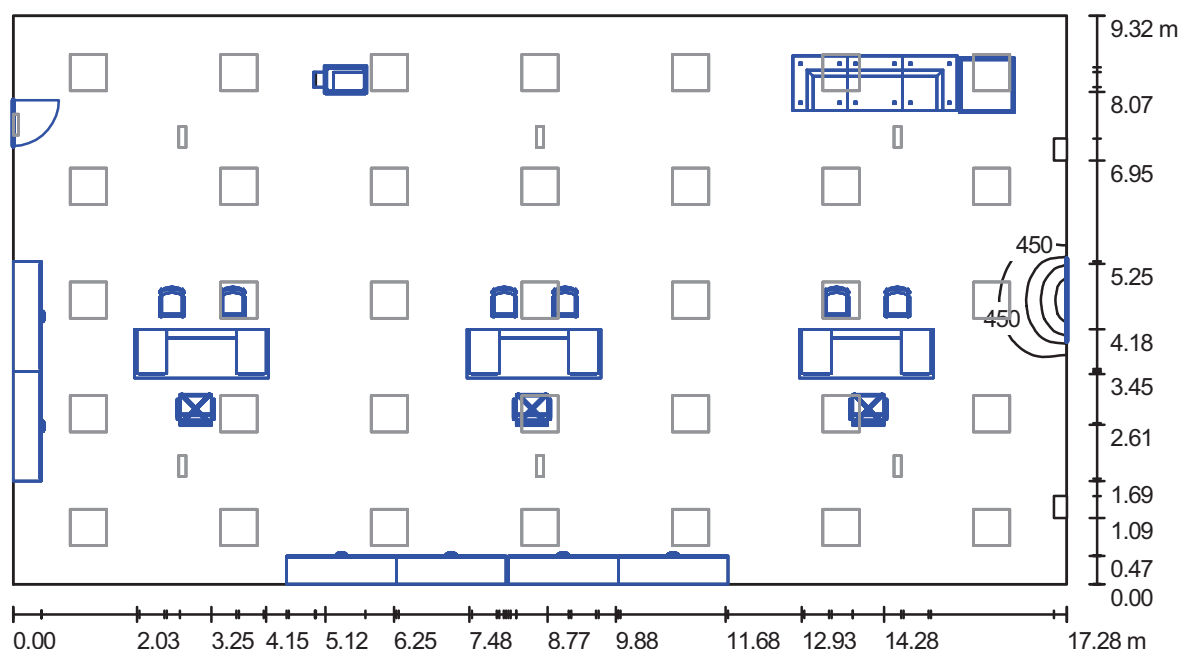
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Oficina 1 / Alumbrado de emergencia / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficina 1 / Luz diurna / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	29	1.61	2078	0.055
Suelo	61	24	1.43	507	0.059
Techo	70	12	2.60	57	0.213
Paredes (6)	86	14	1.79	97	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficina 1 / Luz diurna / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
 Potencia total: 0.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	21	8.51	29	/	/
Suelo	17	7.75	24	61	4.74
Techo	0.00	12	12	70	2.72
Pared 1	3.17	8.26	11	86	3.13
Pared 2	0.00	37	37	86	10
Pared 2_1	0.00	16	16	86	4.49
Pared 2_2	0.00	17	17	86	4.53
Pared 3	3.74	8.87	13	86	3.45
Pared 4	1.56	3.05	4.61	86	1.26

Simetrías en el plano útil

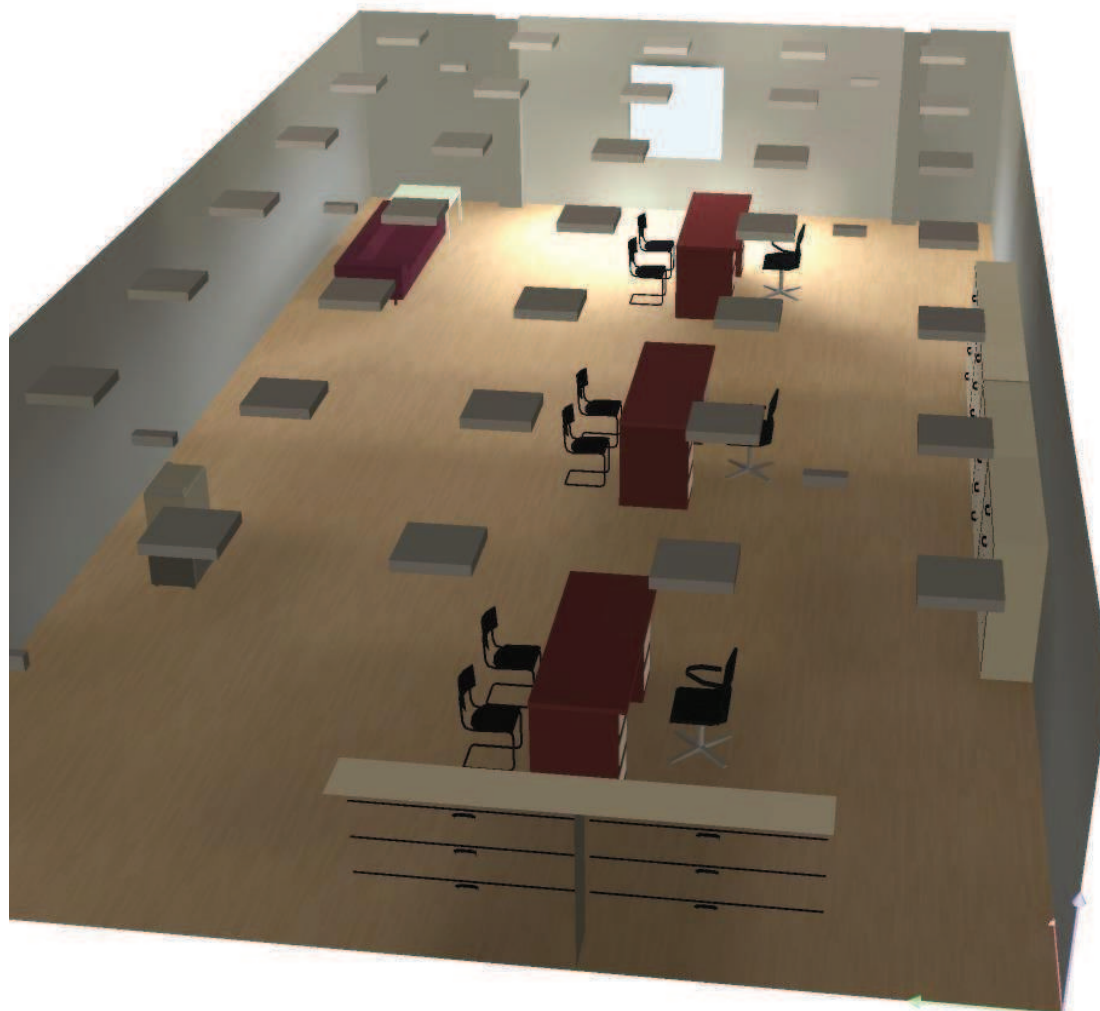
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.055 (1:18)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.001 (1:1290)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base:  $161.05 \text{ m}^2$ )

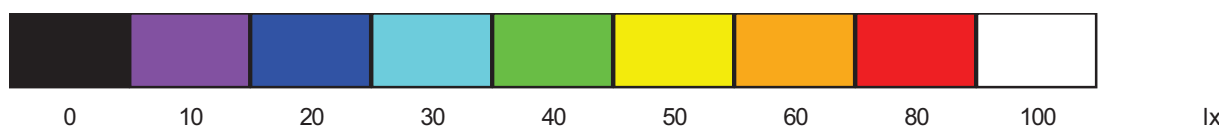
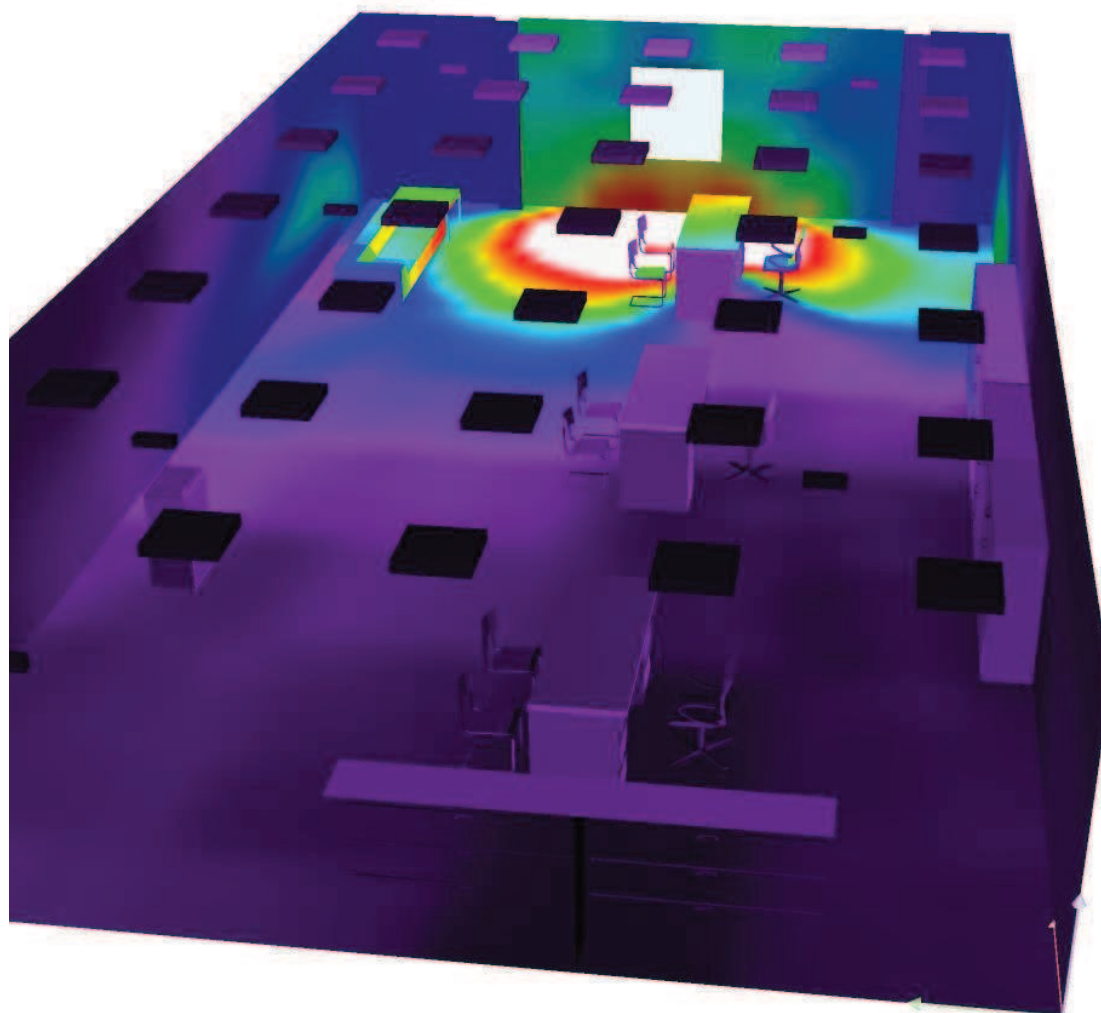
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Oficina 1 / Luz diurna / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

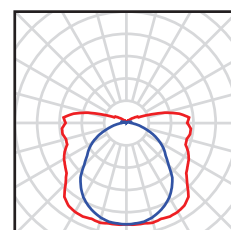
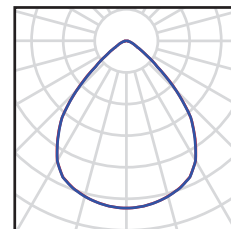
## Oficina 1 / Luz diurna / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

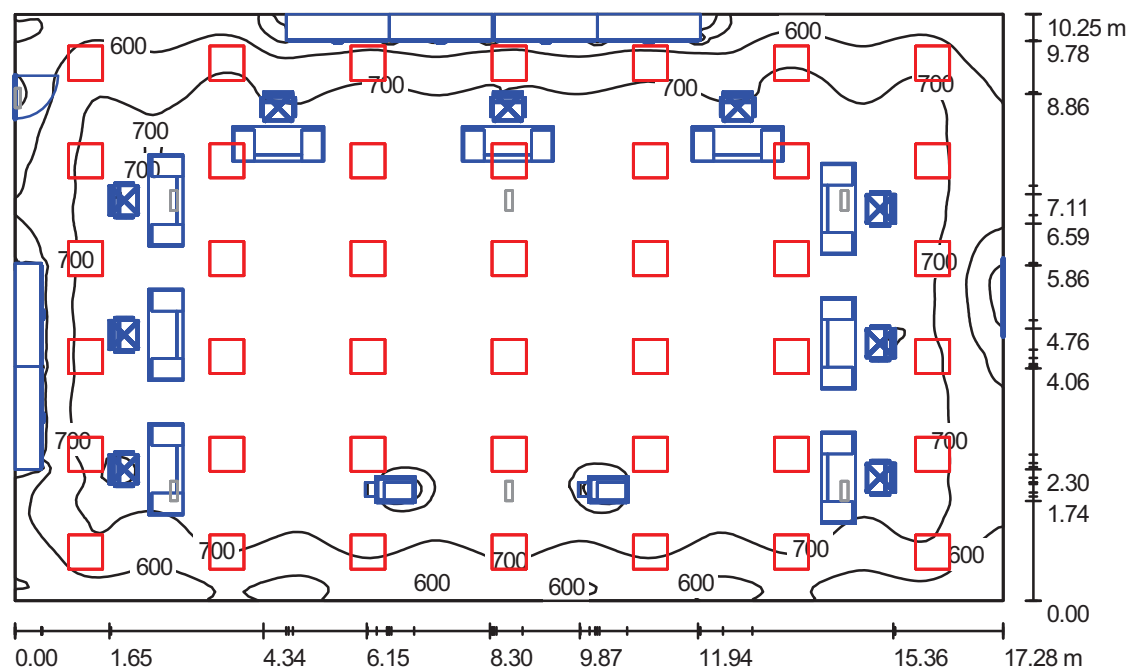
## Oficinas 2 y 3 / Lista de luminarias

- 42 Pieza Philips RC460B W60L60 1xLED28S/840  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 2800 lm  
Potencia de las luminarias: 35.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 70 96 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED28S/840/- (Factor de corrección 1.000).
- 7 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 83  
Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficinas 2 y 3 / Alumbrado normal / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:132

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	705	315	796	0.447
Suelo	61	587	44	772	0.075
Techo	70	310	178	405	0.575
Paredes (4)	86	344	19	675	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	42	Philips RC460B W60L60 1xLED28S/840 (1.000)	2800	35.0
Total:			117600	1470.0

Valor de eficiencia energética:  $8.30 \text{ W/m}^2 = 1.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $177.10 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Oficinas 2 y 3 / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 117600 lm  
 Potencia total: 1470.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	472	233	705	/	/
Suelo	373	214	587	61	114
Techo	0.00	310	310	70	69
Pared 1	116	284	399	86	109
Pared 2	102	273	375	86	103
Pared 3	84	211	294	86	81
Pared 4	71	235	306	86	84

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.447 (1:2)

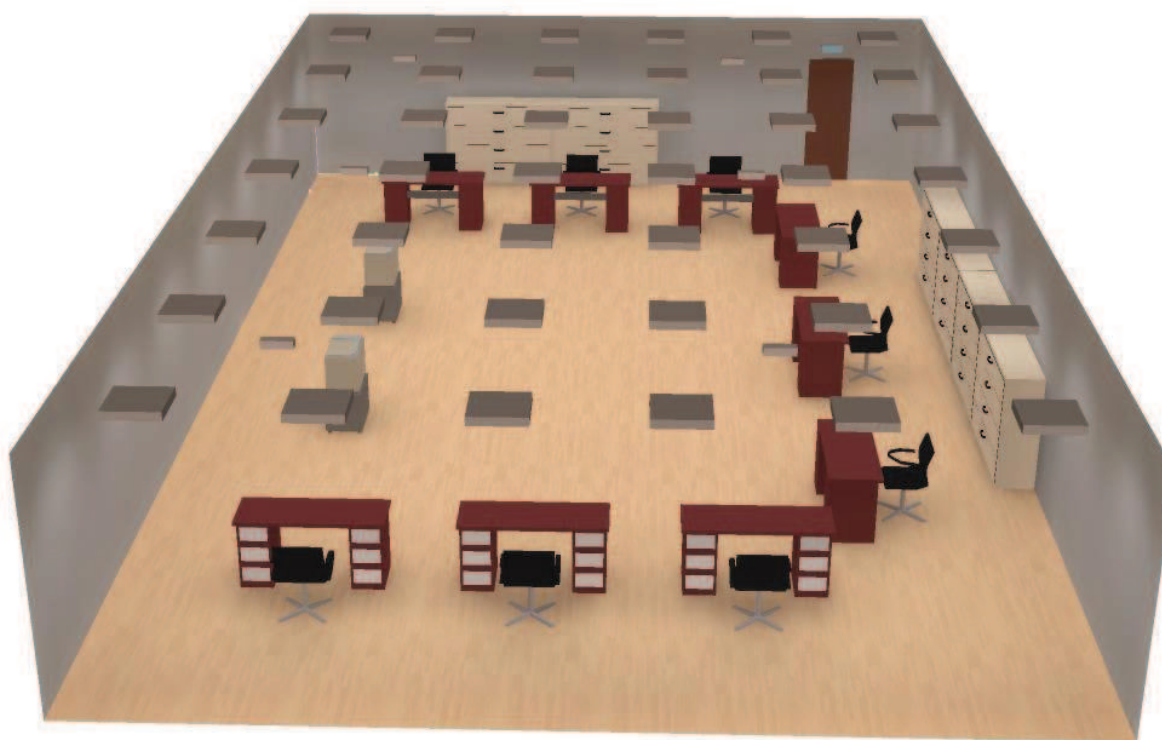
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.396 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $8.30 \text{ W/m}^2 = 1.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $177.10 \text{ m}^2$ )



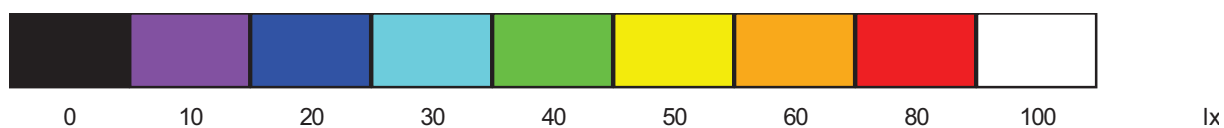
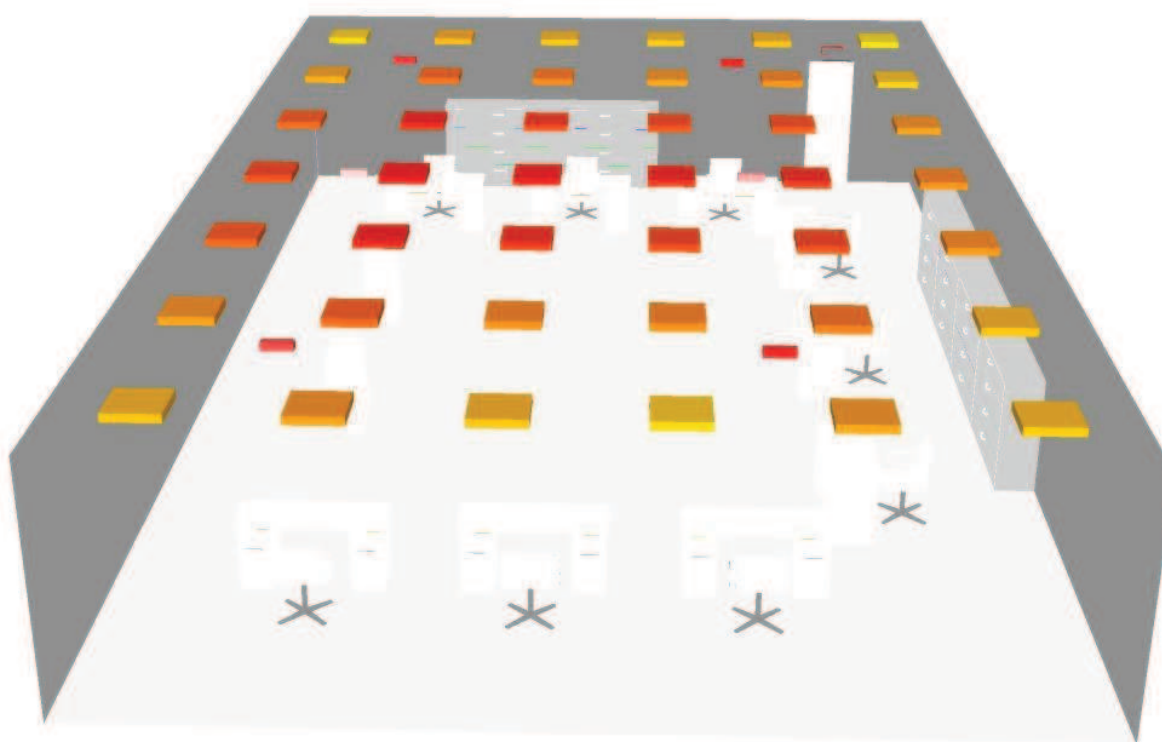
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Oficinas 2 y 3 / Alumbrado normal / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficinas 2 y 3 / Alumbrado normal / Rendering (procesado) de colores falsos





Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficinas 2 y 3 / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3290 lm  
 Potencia total: 84.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	7.30	0.00	7.30	/	/
Suelo	6.24	0.00	6.24	61	1.21
Techo	2.38	0.00	2.38	70	0.53
Pared 1	3.74	0.00	3.74	86	1.02
Pared 2	4.46	0.00	4.46	86	1.22
Pared 3	2.95	0.00	2.95	86	0.81
Pared 4	5.39	0.00	5.39	86	1.47

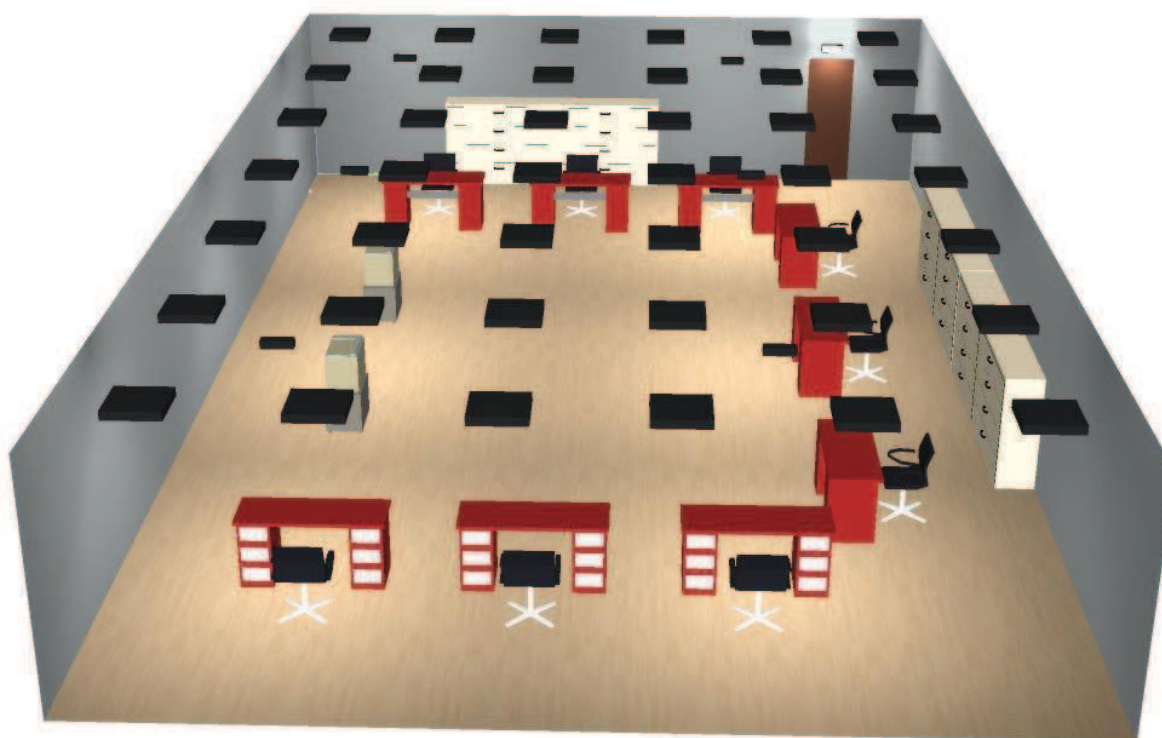
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.103 (1:10)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.034 (1:30)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
 Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.47 \text{ W/m}^2 = 6.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $177.10 \text{ m}^2$ )

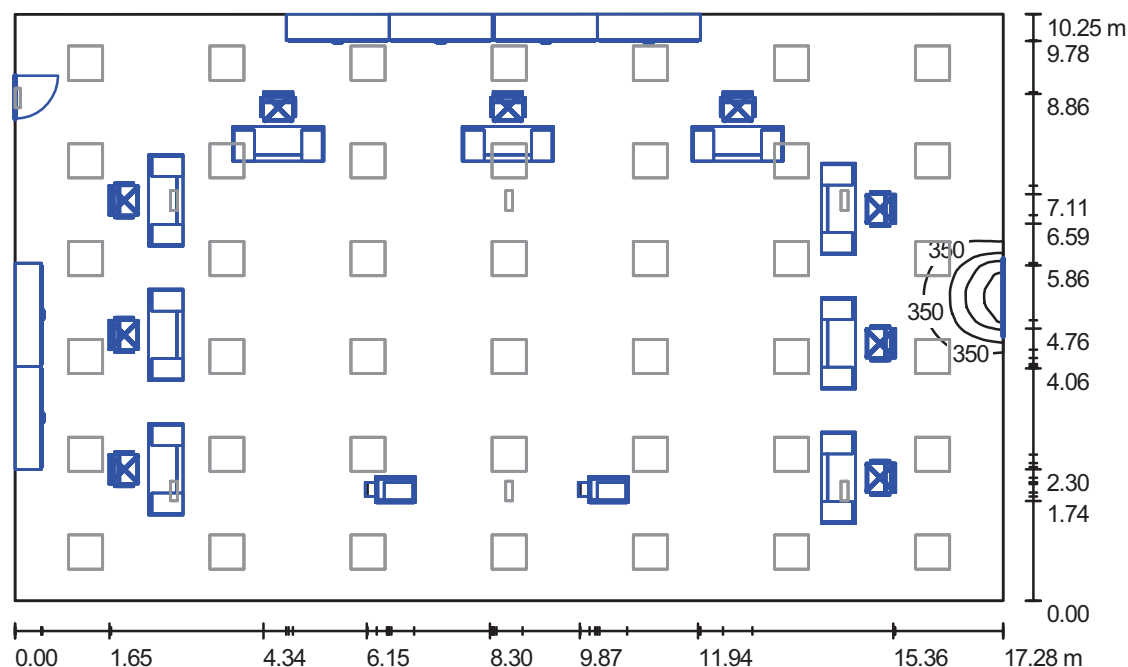
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Oficinas 2 y 3 / Alumbrado de emergencia / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficinas 2 y 3 / Luz diurna / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:132

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	27	2.43	1748	0.089
Suelo	61	22	1.30	487	0.060
Techo	70	11	2.13	54	0.195
Paredes (4)	86	12	1.77	107	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Oficinas 2 y 3 / Luz diurna / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
 Potencia total: 0.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	19	7.89	27	/	/
Suelo	15	7.21	22	61	4.22
Techo	0.00	11	11	70	2.44
Pared 1	3.26	7.55	11	86	2.96
Pared 2	0.00	27	27	86	7.32
Pared 3	2.74	6.77	9.51	86	2.60
Pared 4	1.14	2.84	3.98	86	1.09

Simetrías en el plano útil

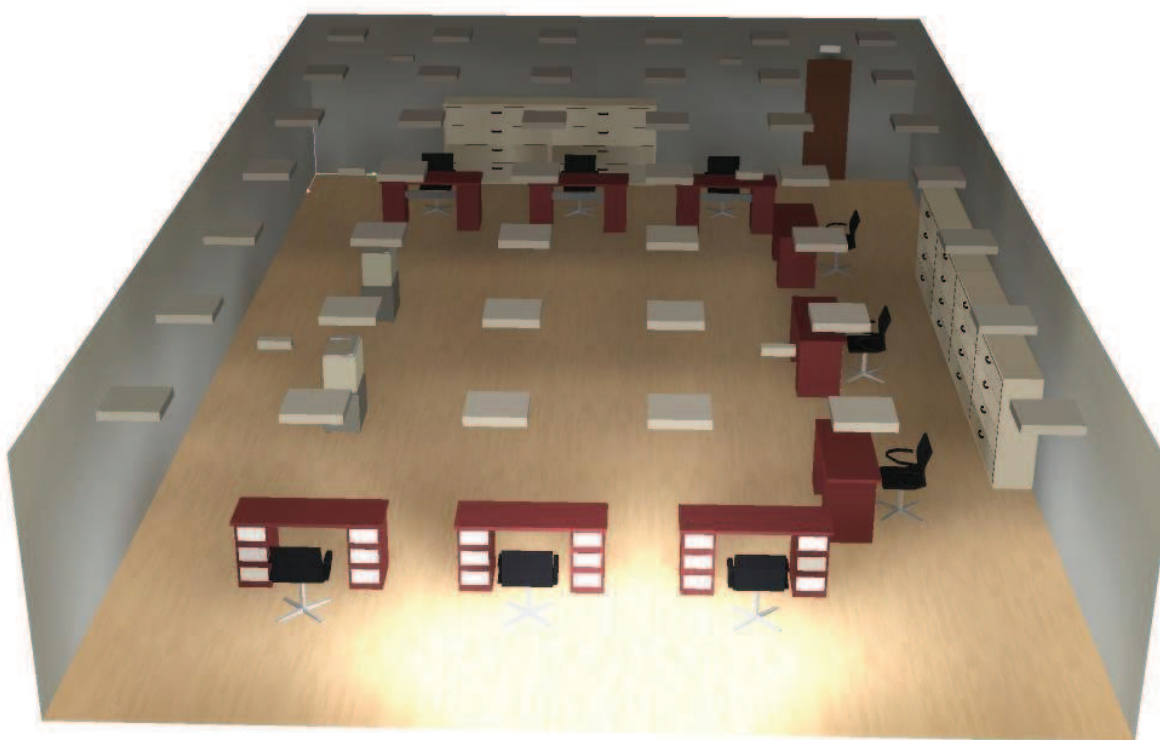
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.089 (1:11)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.001 (1:721)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base:  $177.10 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

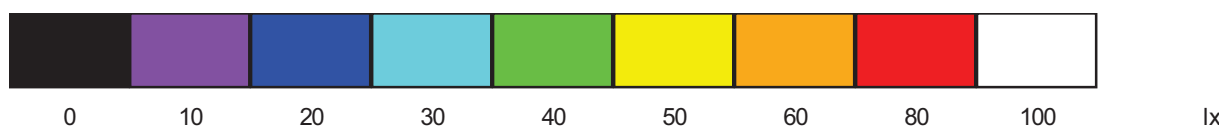
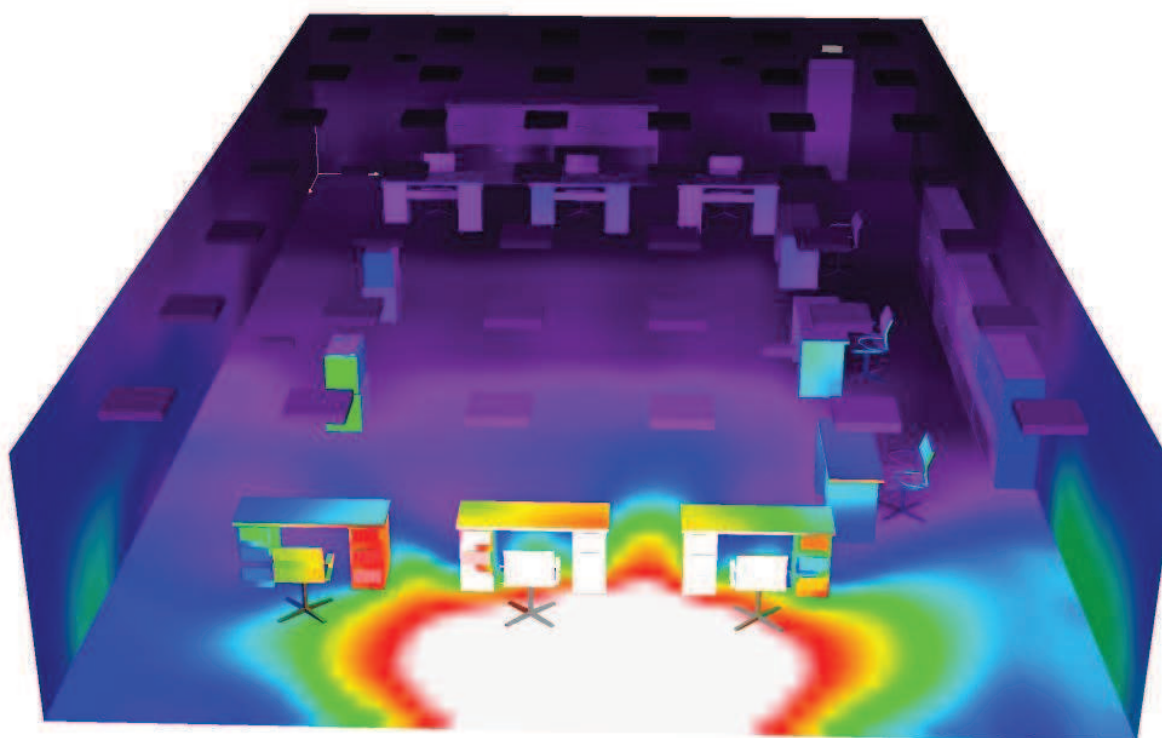
### Oficinas 2 y 3 / Luz diurna / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

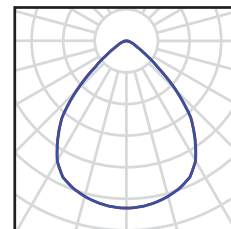
## Oficinas 2 y 3 / Luz diurna / Rendering (procesado) de colores falsos



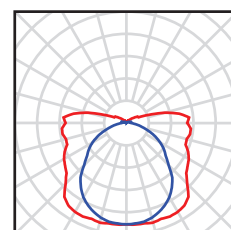
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de Reuniones / Lista de luminarias

30 Pieza Philips RC460B W60L60 1xLED28S/840  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 2800 lm  
Potencia de las luminarias: 35.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 70 96 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED28S/840/- (Factor de corrección 1.000).

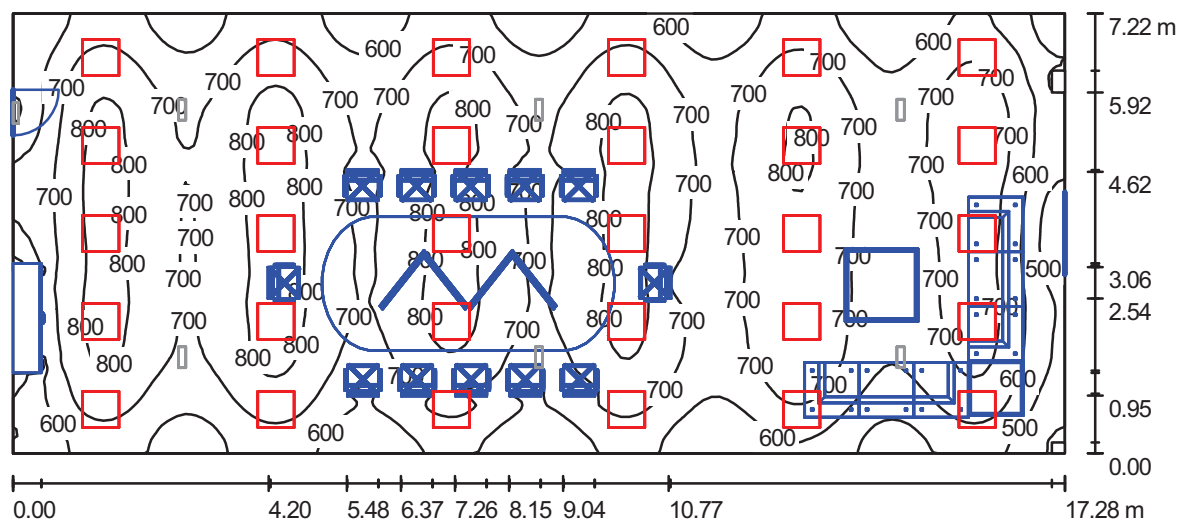


7 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 83  
Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de Reuniones / Alumbrado normal / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	695	378	844	0.544
Suelo	61	536	32	770	0.060
Techo	70	302	93	435	0.309
Paredes (5)	86	365	29	659	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	30	Philips RC460B W60L60 1xLED28S/840 (1.000)	2800	35.0
Total:			84000	1050.0

Valor de eficiencia energética:  $8.42 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $124.77 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Sala de Reuniones / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 84000 lm  
 Potencia total: 1050.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	460	235	695	/	/
Suelo	325	211	536	61	104
Techo	0.00	302	302	70	67
Pared 1	119	248	367	86	100
Pared 2	97	192	289	86	79
Pared 2_1	64	273	337	86	92
Pared 3	119	282	401	86	110
Pared 4	67	269	336	86	92

Simetrías en el plano útil

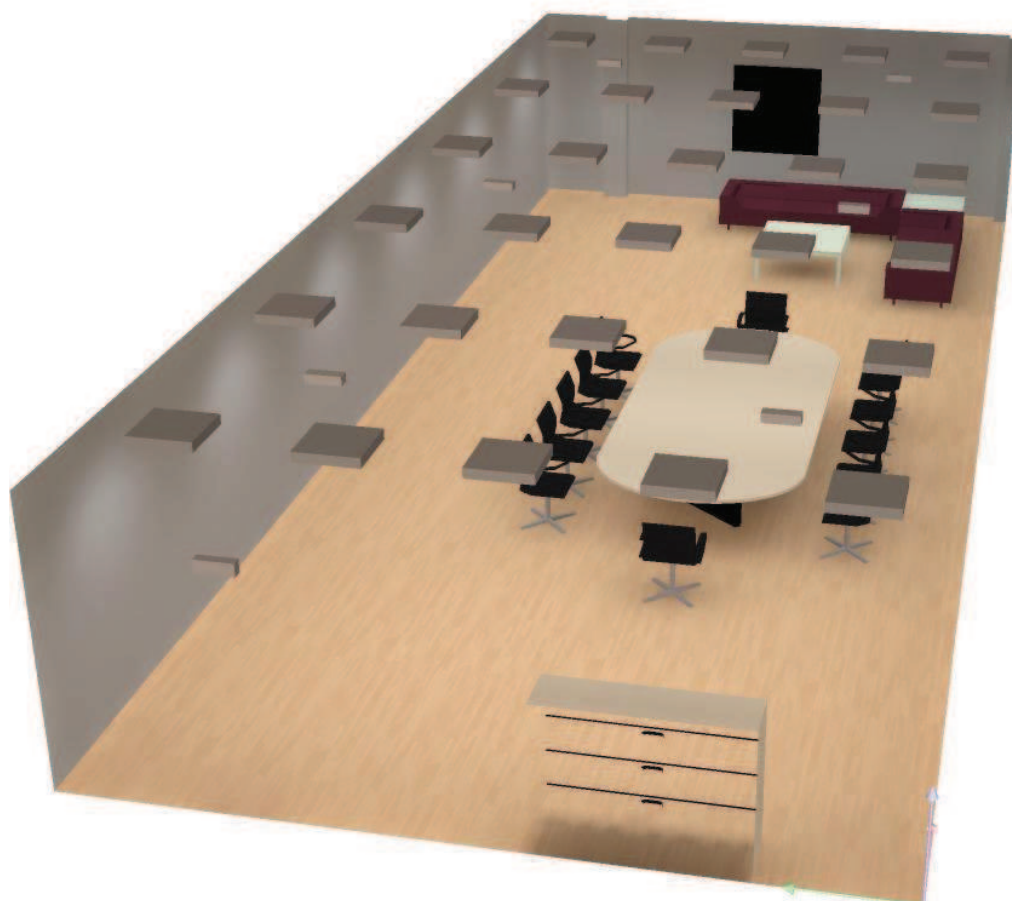
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.544 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.448 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $8.42 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $124.77 \text{ m}^2$ )

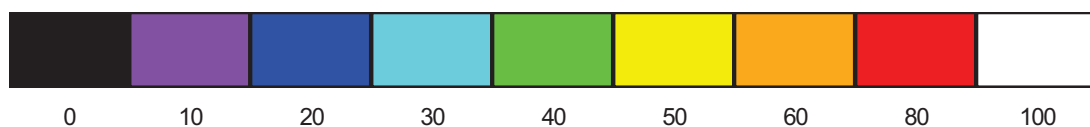
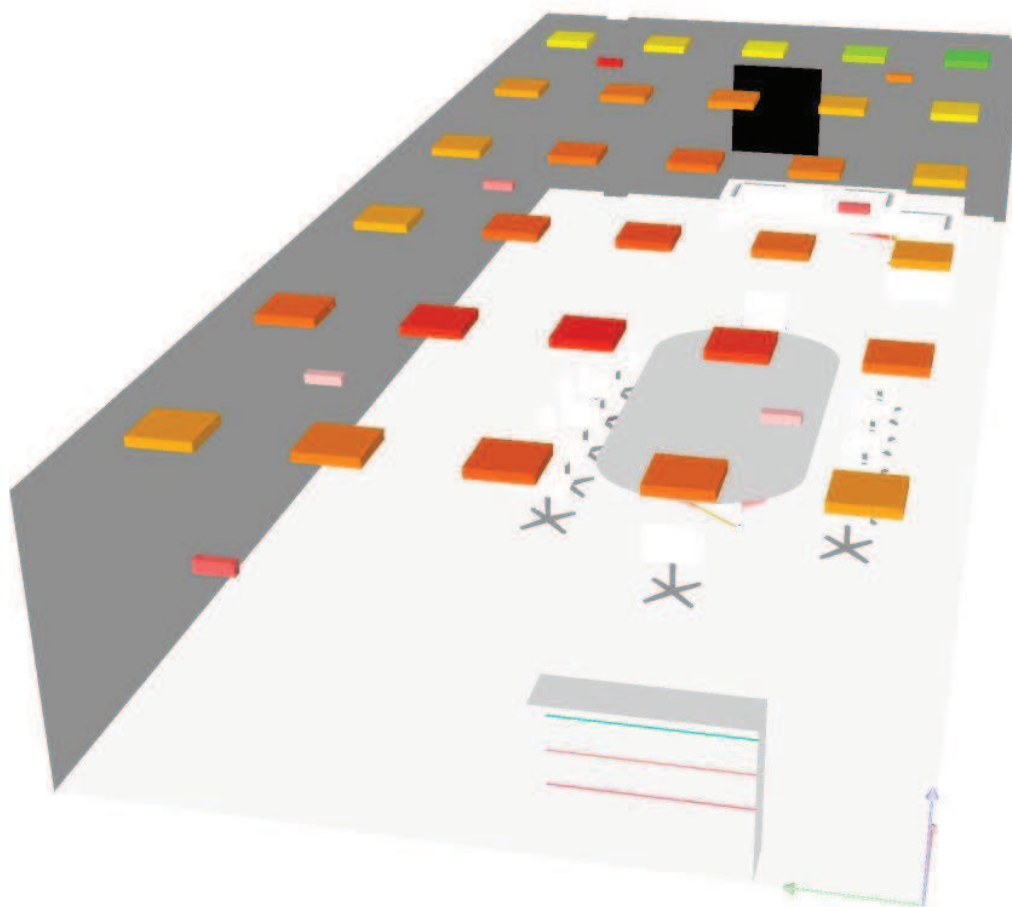
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Sala de Reuniones / Alumbrado normal / Rendering (procesado) en 3D



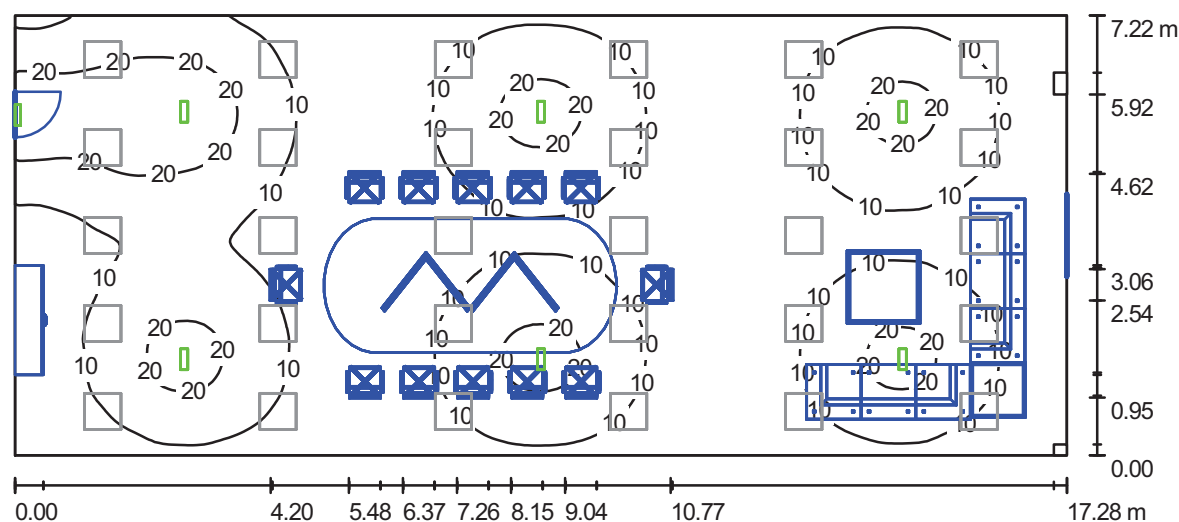
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de Reuniones / Alumbrado normal / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de Reuniones / Alumbrado de emergencia / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	11	2.65	29	0.242
Suelo	61	9.19	1.54	17	0.168
Techo	70	3.35	0.14	156	0.041
Paredes (5)	86	6.22	1.49	118	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	7	Philips TCH329 1xTL8W P (1.000)	470	12.0
Total:			3290	84.0

Valor de eficiencia energética:  $0.67 \text{ W/m}^2 = 6.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $124.77 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de Reuniones / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3290 lm  
 Potencia total: 84.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	9.40	1.55	11	/	/
Suelo	7.88	1.31	9.19	61	1.78
Techo	3.35	0.00	3.35	70	0.75
Pared 1	4.73	0.65	5.39	86	1.47
Pared 2	5.74	0.44	6.17	86	1.69
Pared 2_1	4.38	0.29	4.67	86	1.28
Pared 3	5.31	0.89	6.20	86	1.70
Pared 4	6.75	1.74	8.49	86	2.32

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.242 (1:4)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.091 (1:11)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

Valor de eficiencia energética:  $0.67 \text{ W/m}^2 = 6.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $124.77 \text{ m}^2$ )



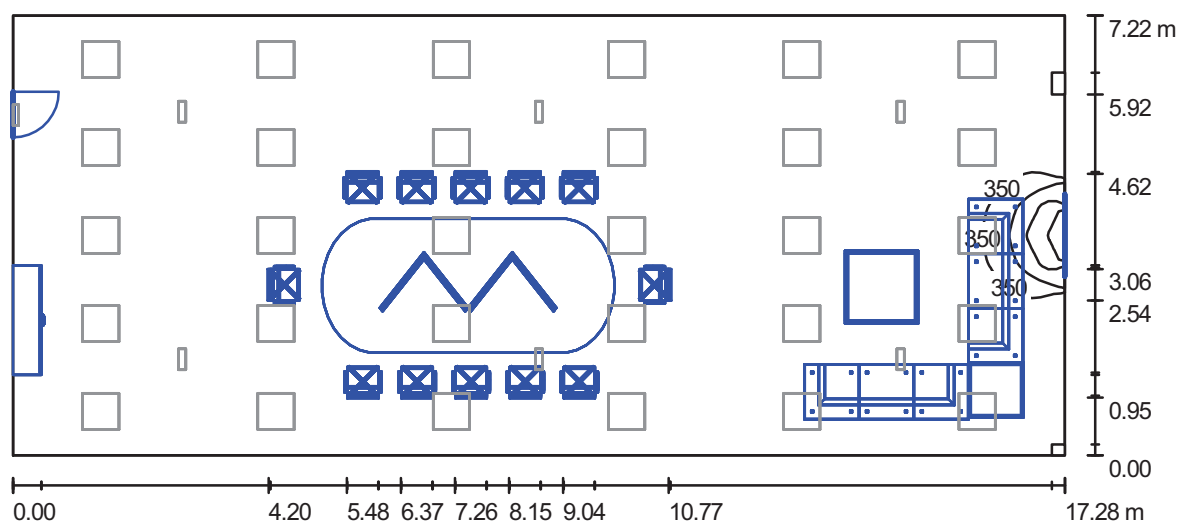
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### **Sala de Reuniones / Alumbrado de emergencia / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de Reuniones / Luz diurna / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	34	2.35	1669	0.069
Suelo	61	21	1.27	289	0.061
Techo	70	10	2.90	31	0.281
Paredes (5)	86	13	1.91	67	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de Reuniones / Luz diurna / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
 Potencia total: 0.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	26	7.80	34	/	/
Suelo	14	7.27	21	61	4.08
Techo	0.00	10	10	70	2.30
Pared 1	5.12	7.09	12	86	3.34
Pared 2	0.00	21	21	86	5.69
Pared 2_1	0.00	20	20	86	5.48
Pared 3	5.96	9.53	15	86	4.24
Pared 4	1.60	3.30	4.90	86	1.34

Simetrías en el plano útil

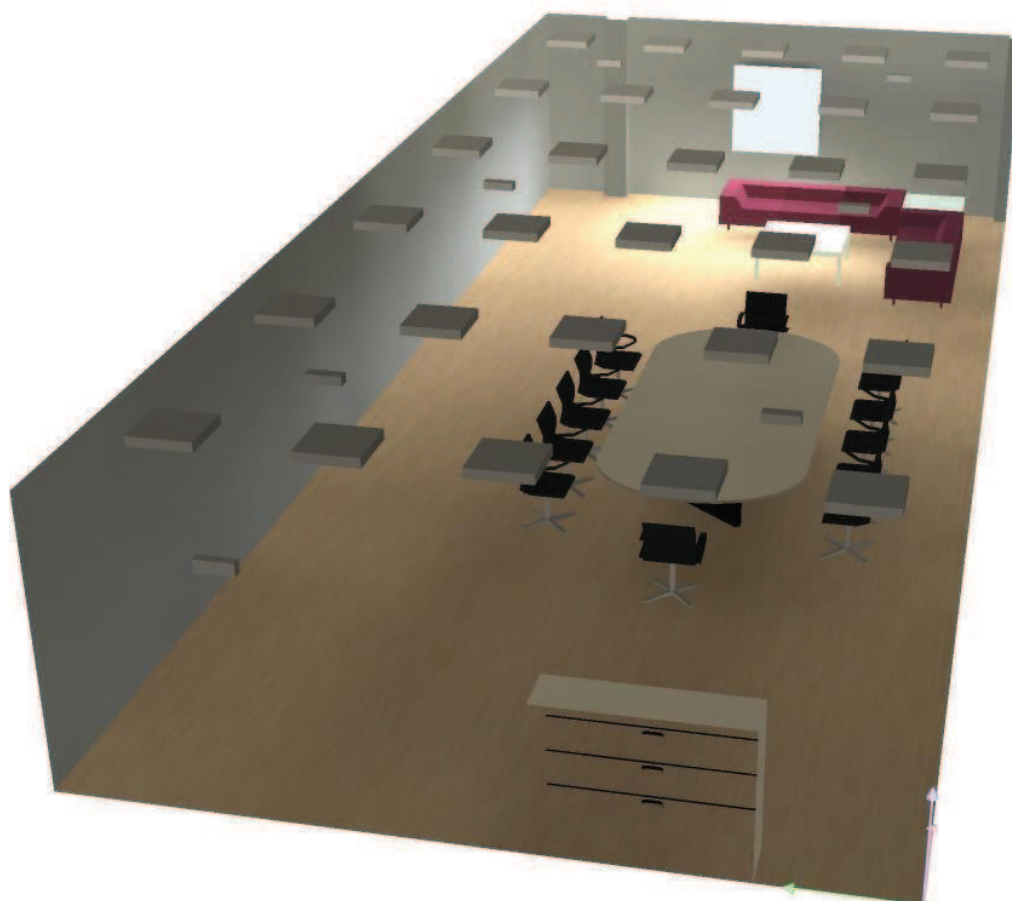
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.069 (1:14)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.001 (1:711)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base:  $124.77 \text{ m}^2$ )

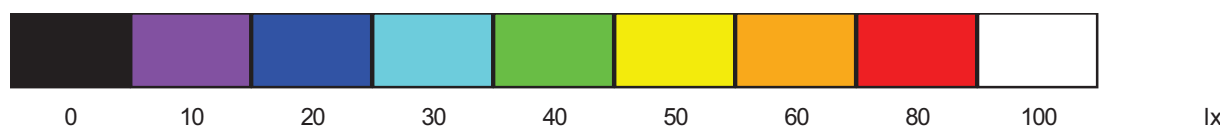
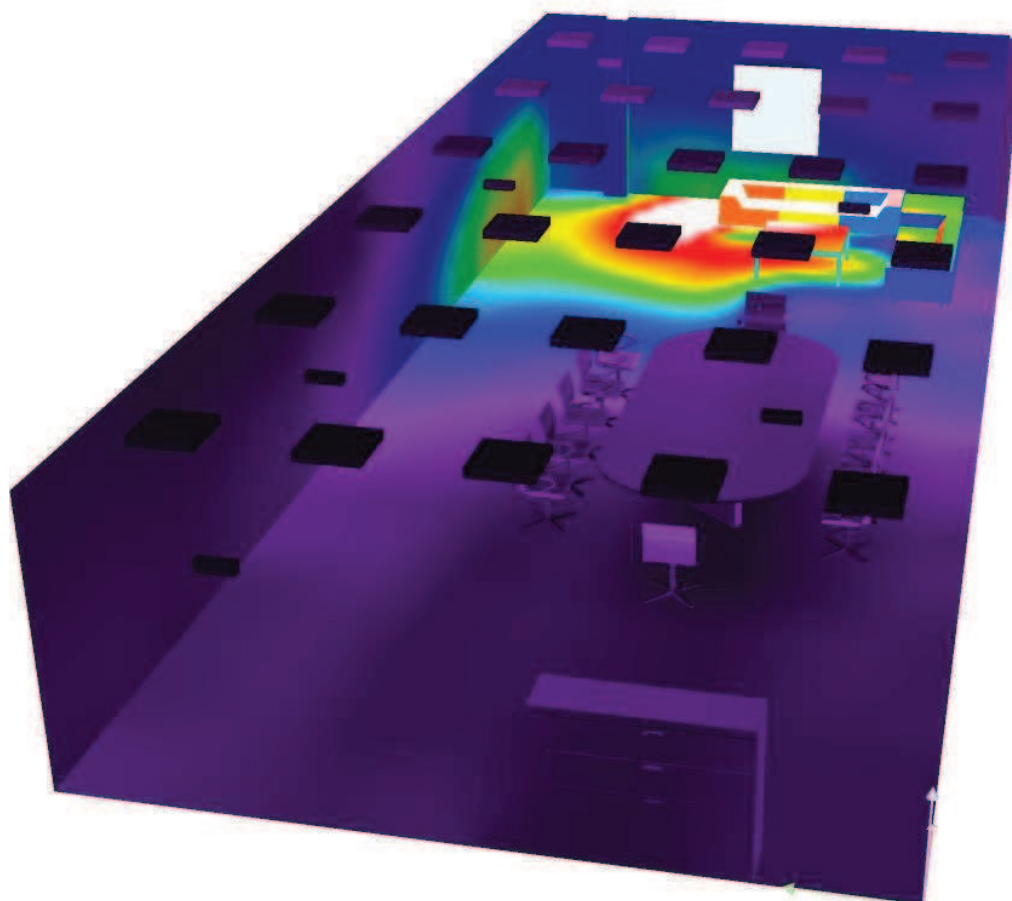
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Sala de Reuniones / Luz diurna / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de Reuniones / Luz diurna / Rendering (procesado) de colores falsos

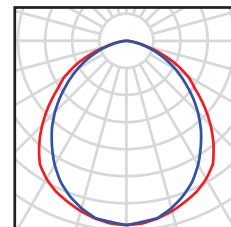


Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

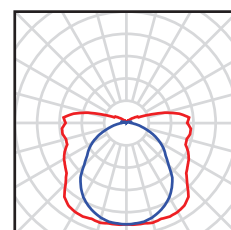
## Aseo Masculino / Lista de luminarias

31 Pieza Philips FBH026 2xPL-C/4P26W HF  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 54.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 53 85 98 100 34  
Lámpara: 2 x PL-C/4P26W/840 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

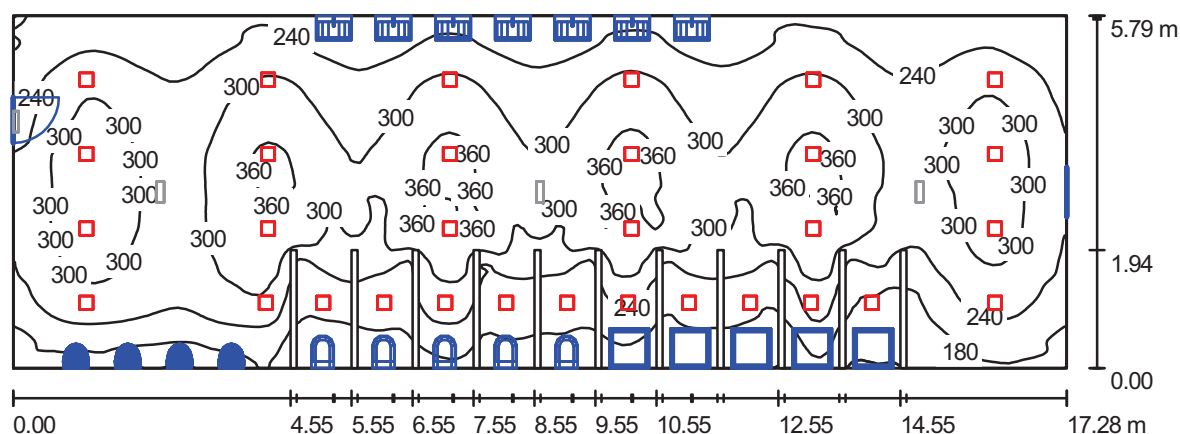


4 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 83  
Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Aseo Masculino / Alumbrado normal / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	267	94	385	0.351
Suelo	67	231	22	319	0.094
Techo	70	134	79	187	0.591
Paredes (4)	61	167	37	252	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	31	Philips FBH026 2xPL-C/4P26W HF (1.000)	3600	54.0
Total:			111600	1674.0

Valor de eficiencia energética:  $16.73 \text{ W/m}^2 = 6.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Aseo Masculino / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 111600 lm  
 Potencia total: 1674.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	171	96	267	/	/
Suelo	136	95	231	67	49
Techo	0.00	134	134	70	30
Pared 1	46	95	141	61	27
Pared 2	65	113	178	61	34
Pared 3	62	121	183	61	36
Pared 4	65	115	180	61	35

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.351 (1:3)

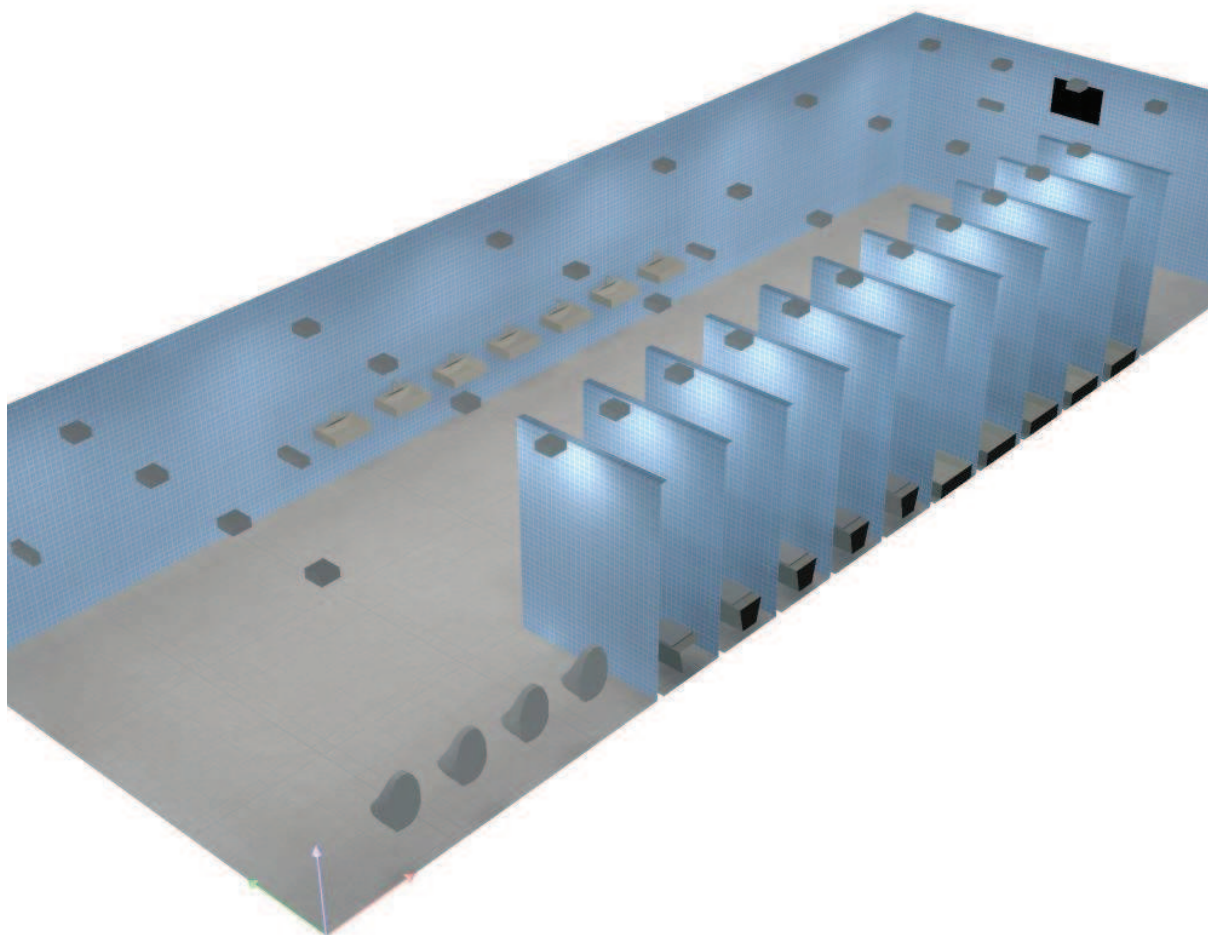
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.243 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $16.73 \text{ W/m}^2 = 6.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )



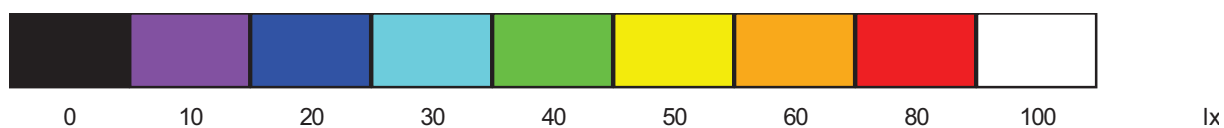
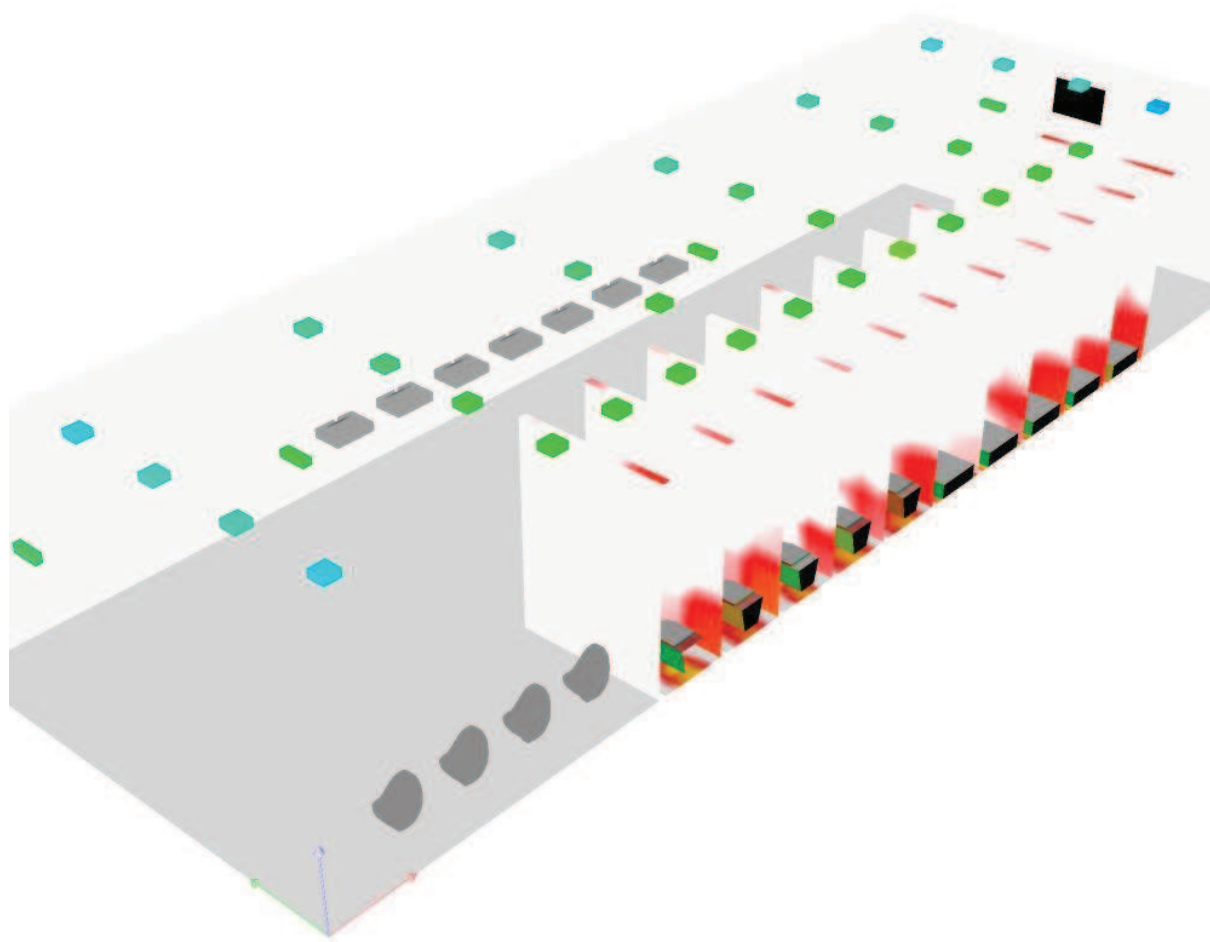
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Aseo Masculino / Alumbrado normal / Rendering (procesado) en 3D

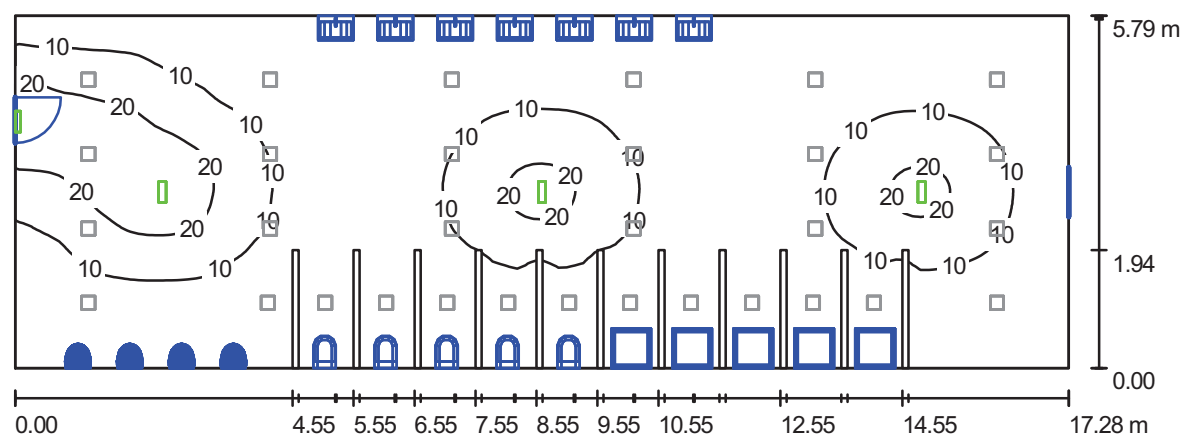


Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Aseo Masculino / Alumbrado normal / Rendering (procesado) de colores falsos



## Aseo Masculino / Alumbrado de emergencia / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	7.35	0.05	29	0.007
Suelo	67	5.96	0.02	16	0.004
Techo	70	2.70	0.03	157	0.010
Paredes (4)	61	3.20	0.01	117	/

**Plano útil:**

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión  
en el techo.

## Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	4	Philips TCH329 1xTL8W P (1.000)	470	12.0
Total:			1880	48.0

Valor de eficiencia energética:  $0.48 \text{ W/m}^2 = 6.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Aseo Masculino / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1880 lm  
 Potencia total: 48.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	6.20	1.15	7.35	/	/
Suelo	5.02	0.94	5.96	67	1.27
Techo	2.70	0.00	2.70	70	0.60
Pared 1	1.07	0.24	1.30	61	0.25
Pared 2	3.66	0.31	3.97	61	0.77
Pared 3	2.72	0.57	3.29	61	0.64
Pared 4	5.53	1.98	7.51	61	1.46

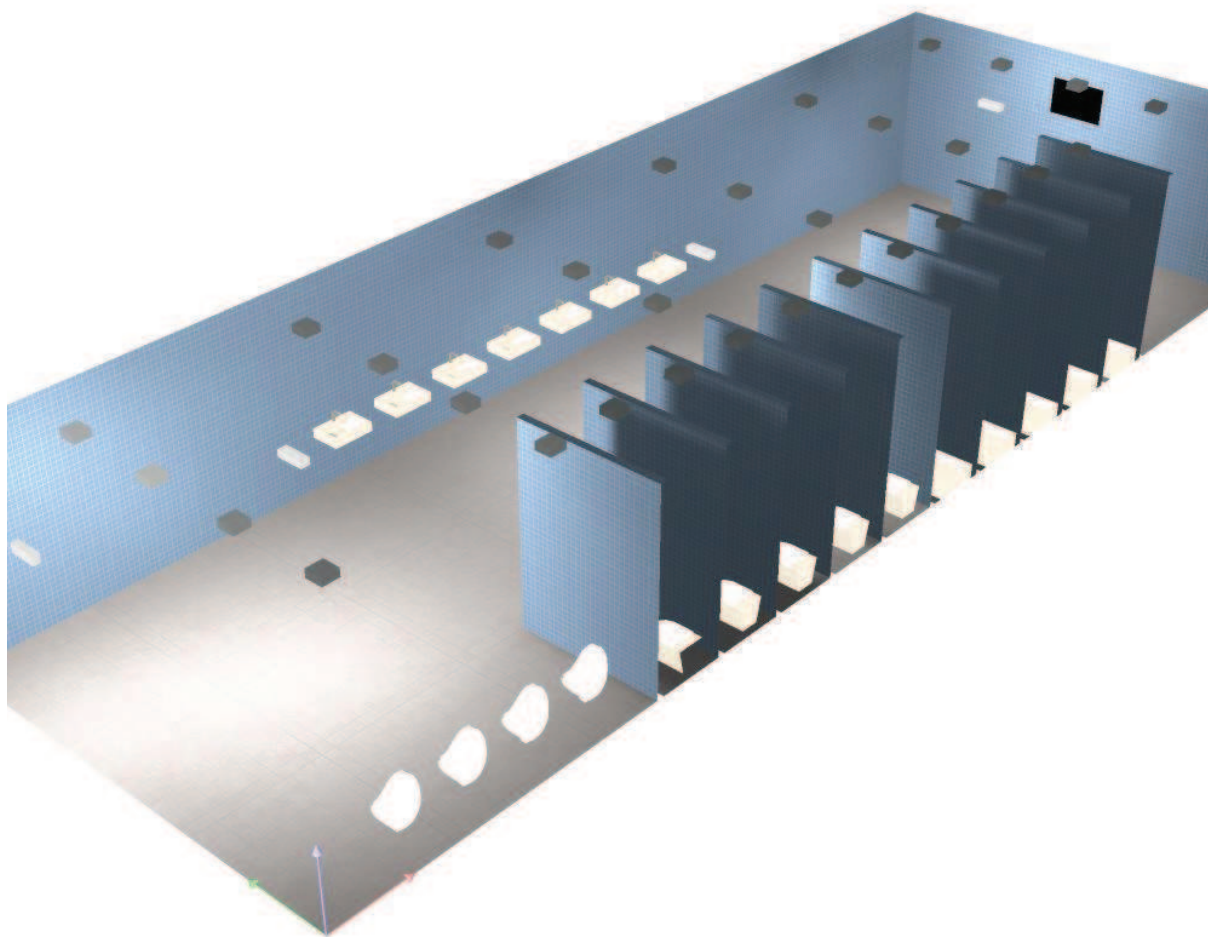
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.007 (1:144)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.002 (1:560)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

Valor de eficiencia energética:  $0.48 \text{ W/m}^2 = 6.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )

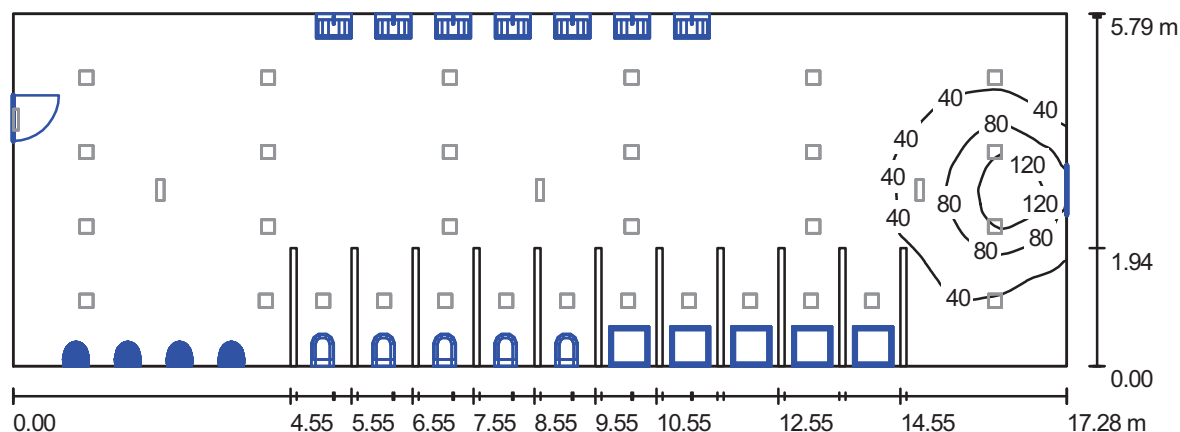
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### **Aseo Masculino / Alumbrado de emergencia / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Aseo Masculino / Luz diurna / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	11	0.60	199	0.052
Suelo	67	10	0.73	99	0.072
Techo	70	5.22	0.60	27	0.115
Paredes (4)	61	7.02	0.66	41	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Aseo Masculino / Luz diurna / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
 Potencia total: 0.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	8.24	3.24	11	/	/
Suelo	6.44	3.67	10	67	2.15
Techo	0.00	5.22	5.22	70	1.16
Pared 1	1.59	3.18	4.77	61	0.93
Pared 2	0.00	15	15	61	2.90
Pared 3	3.29	4.95	8.24	61	1.60
Pared 4	0.82	0.93	1.75	61	0.34

Simetrías en el plano útil

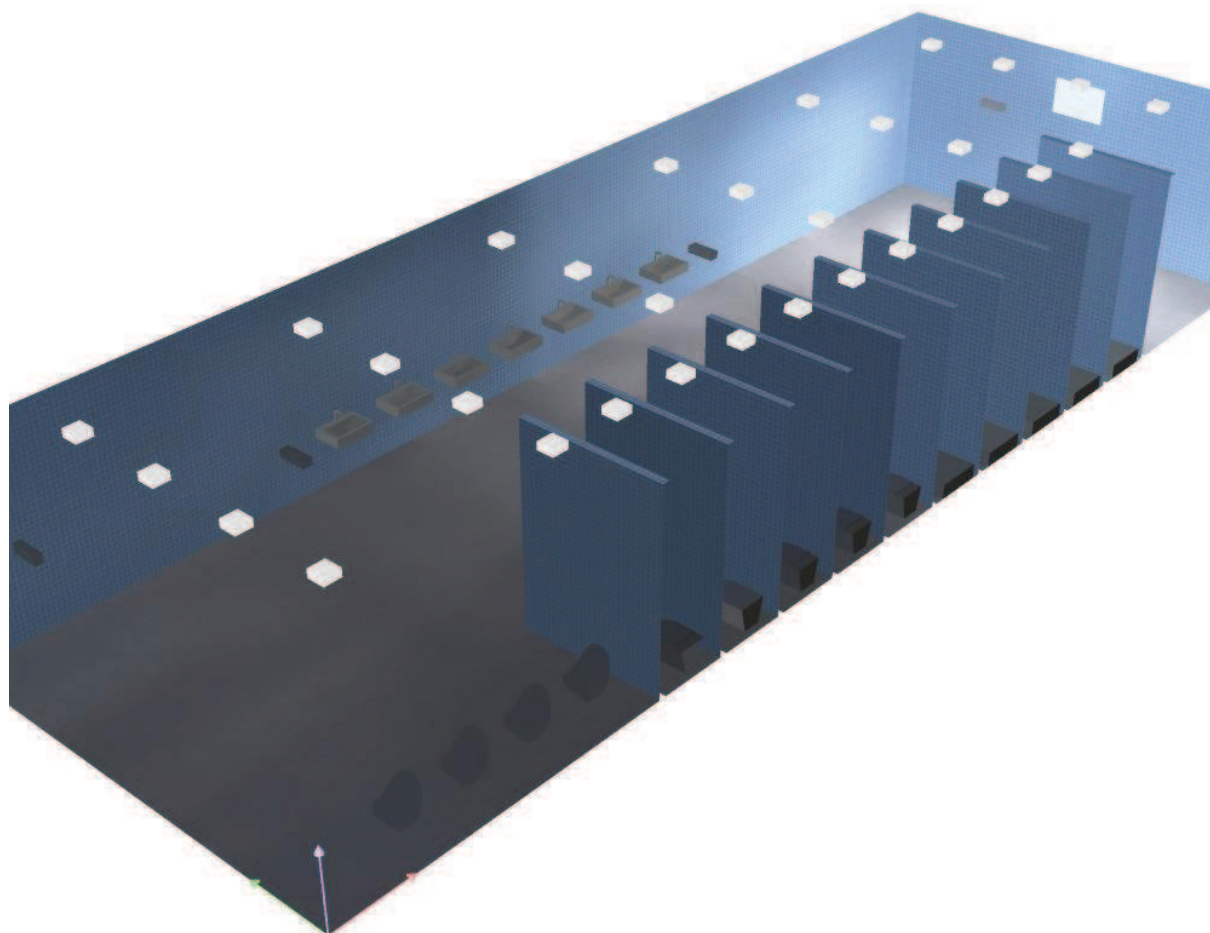
$E_{\min} / E_m$ : 0.052 (1:19)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.003 (1:333)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

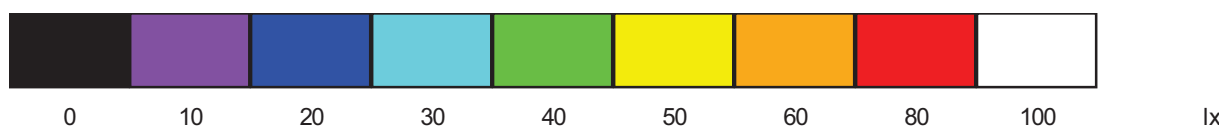
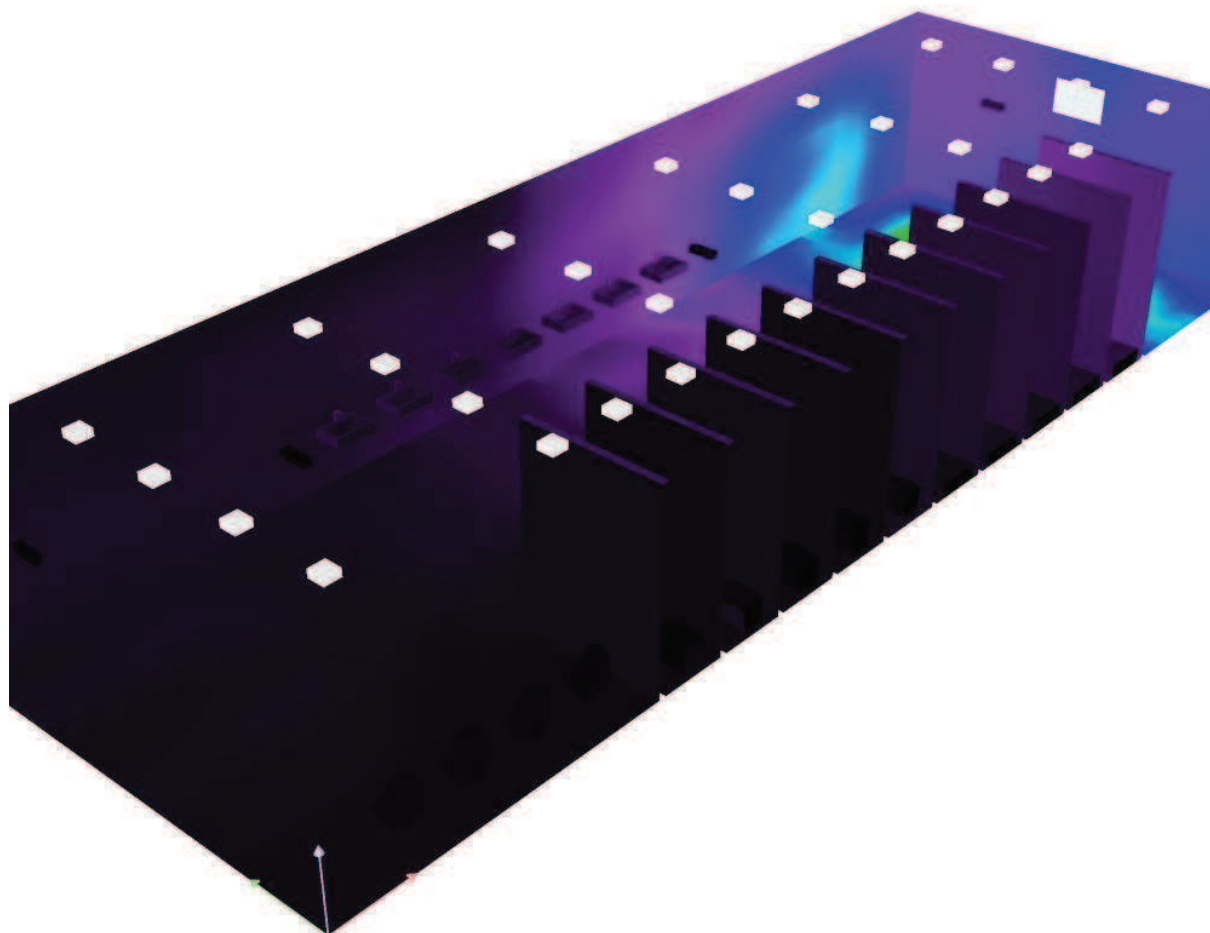
### Aseo Masculino / Luz diurna / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Aseo Masculino / Luz diurna / Rendering (procesado) de colores falsos

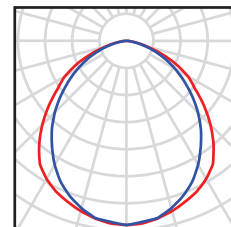


Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

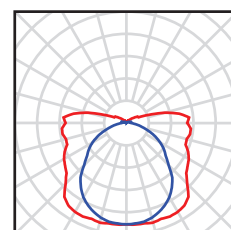
## Aseo Femenino / Lista de luminarias

32 Pieza Philips FBH026 2xPL-C/4P26W HF  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 54.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 53 85 98 100 34  
Lámpara: 2 x PL-C/4P26W/840 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

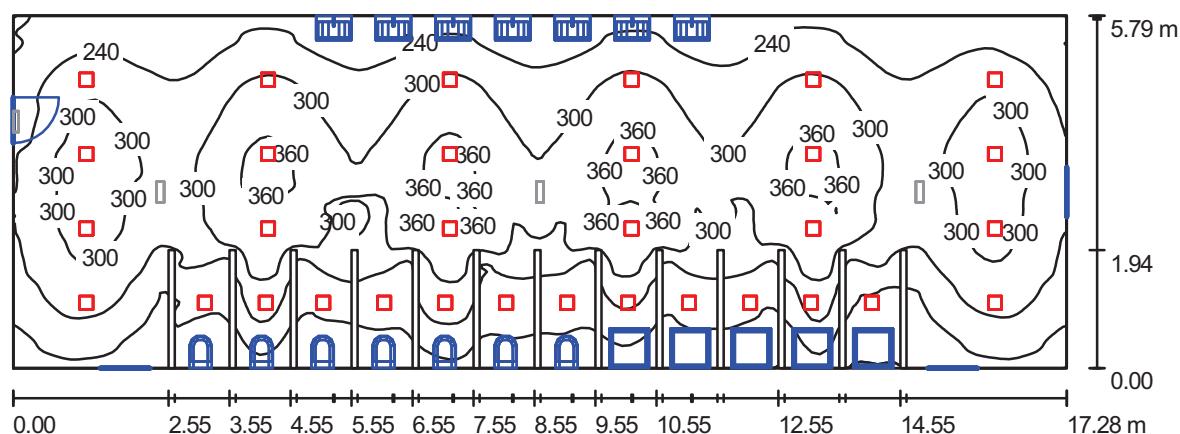


4 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 83  
Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Aseo Femenino / Alumbrado normal / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	265	112	385	0.423
Suelo	67	227	22	319	0.096
Techo	70	132	73	185	0.552
Paredes (4)	61	165	38	252	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	32	Philips FBH026 2xPL-C/4P26W HF (1.000)	3600	54.0
Total:			115200	1728.0

Valor de eficiencia energética:  $17.27 \text{ W/m}^2 = 6.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Aseo Femenino / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 115200 lm  
 Potencia total: 1728.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	170	95	265	/	/
Suelo	133	94	227	67	48
Techo	0.00	132	132	70	29
Pared 1	45	92	137	61	27
Pared 2	65	112	177	61	34
Pared 3	63	120	183	61	36
Pared 4	63	111	174	61	34

Simetrías en el plano útil

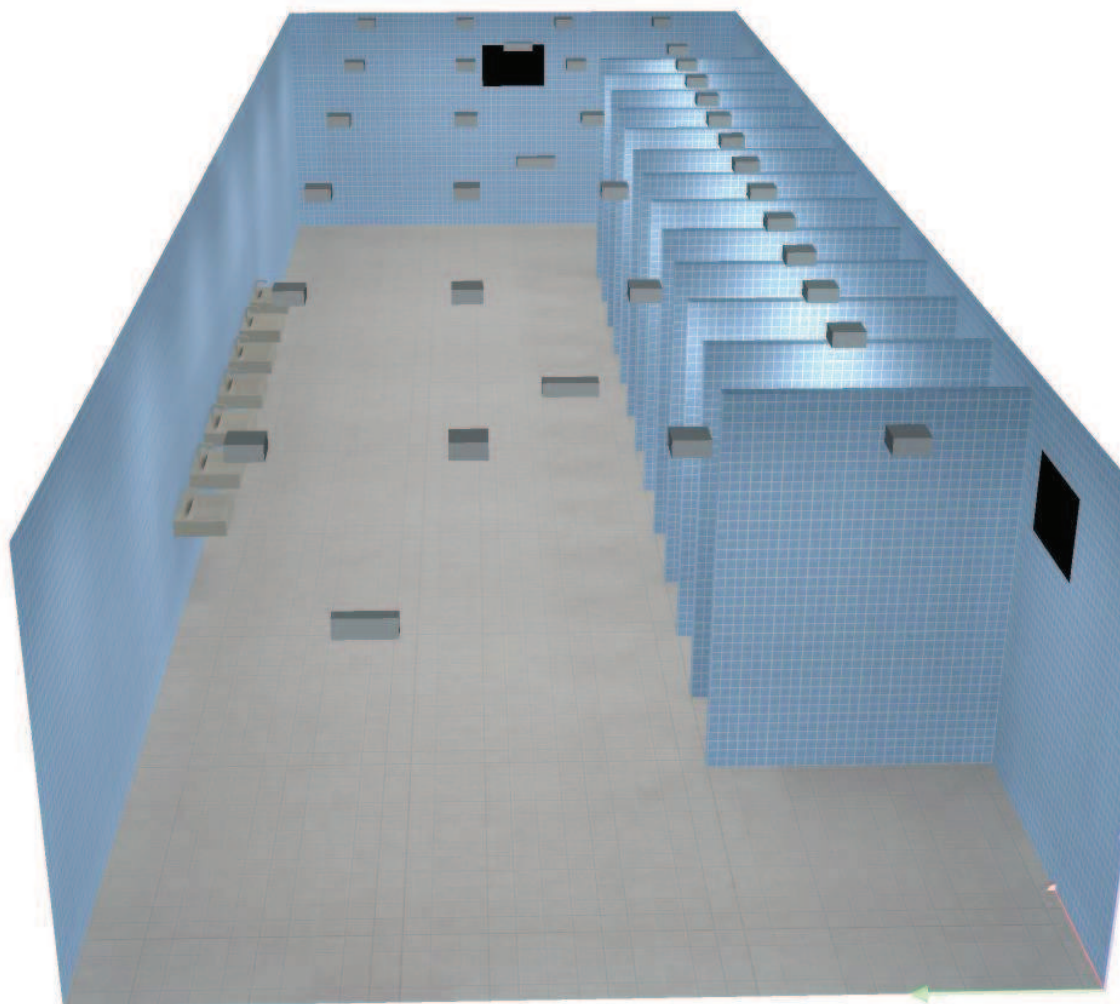
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.423 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.291 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $17.27 \text{ W/m}^2 = 6.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )

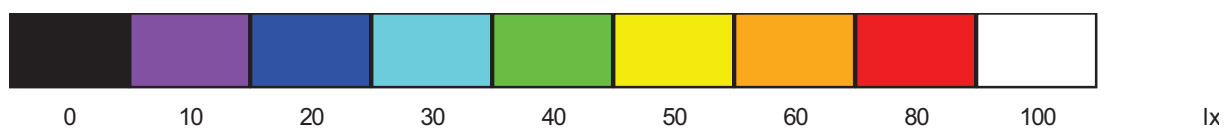
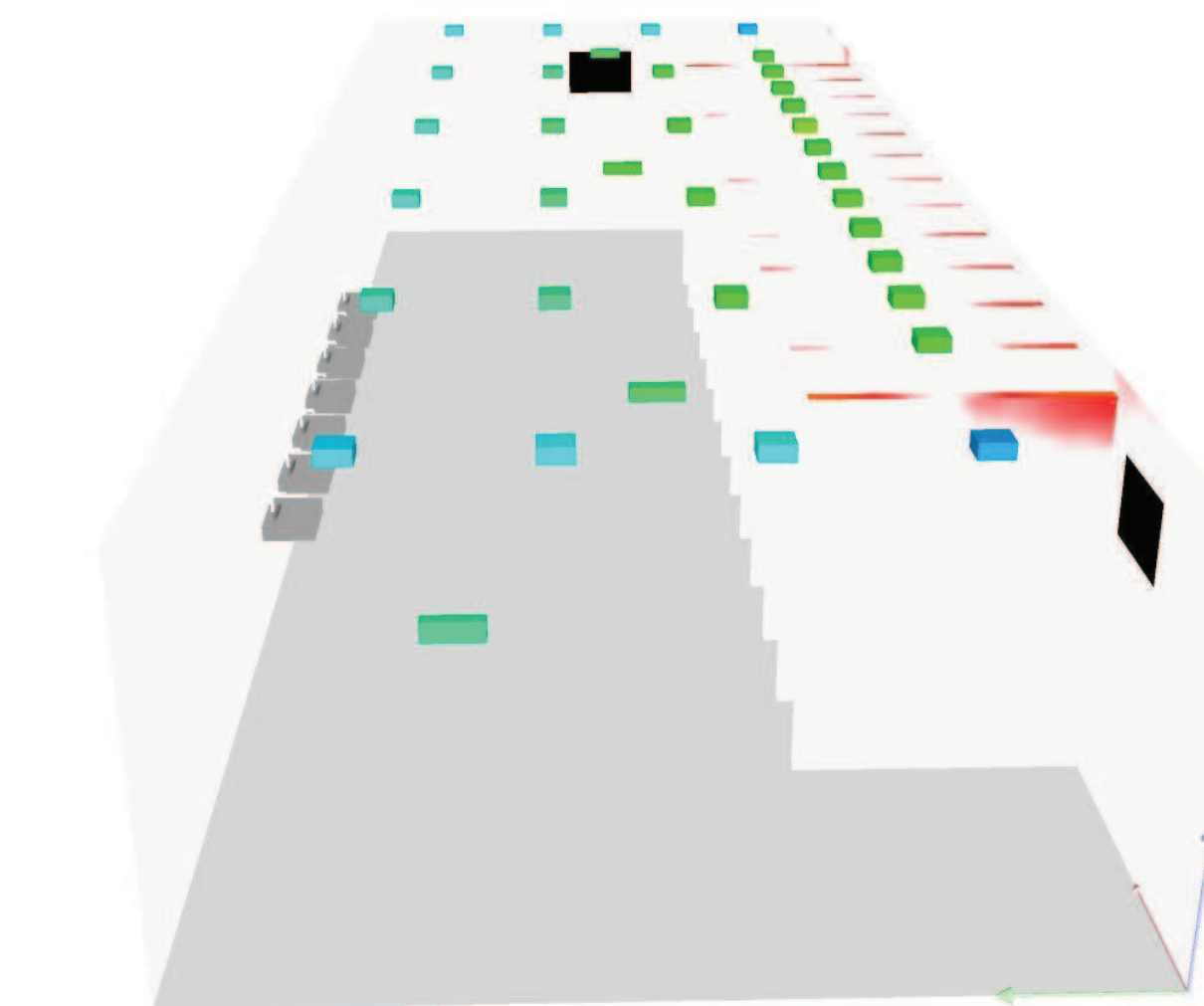
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Aseo Femenino / Alumbrado normal / Rendering (procesado) en 3D



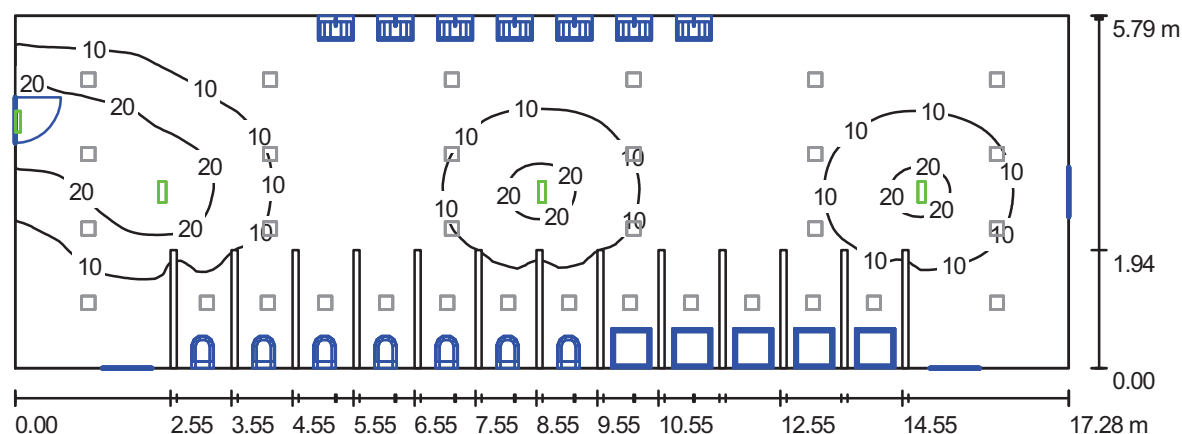
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Aseo Femenino / Alumbrado normal / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Aseo Femenino / Alumbrado de emergencia / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	7.27	0.05	29	0.007
Suelo	67	5.86	0.02	16	0.004
Techo	70	2.70	0.03	157	0.010
Paredes (4)	61	3.10	0.01	117	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión  
 en el techo.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	4	Philips TCH329 1xTL8W P (1.000)	470	12.0
Total:			1880	48.0

Valor de eficiencia energética:  $0.48 \text{ W/m}^2 = 6.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Aseo Femenino / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1880 lm  
 Potencia total: 48.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	6.14	1.13	7.27	/	/
Suelo	4.95	0.92	5.86	67	1.25
Techo	2.70	0.00	2.70	70	0.60
Pared 1	0.83	0.18	1.01	61	0.20
Pared 2	3.66	0.31	3.97	61	0.77
Pared 3	2.72	0.57	3.28	61	0.64
Pared 4	5.46	1.98	7.44	61	1.44

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.007 (1:143)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.002 (1:560)

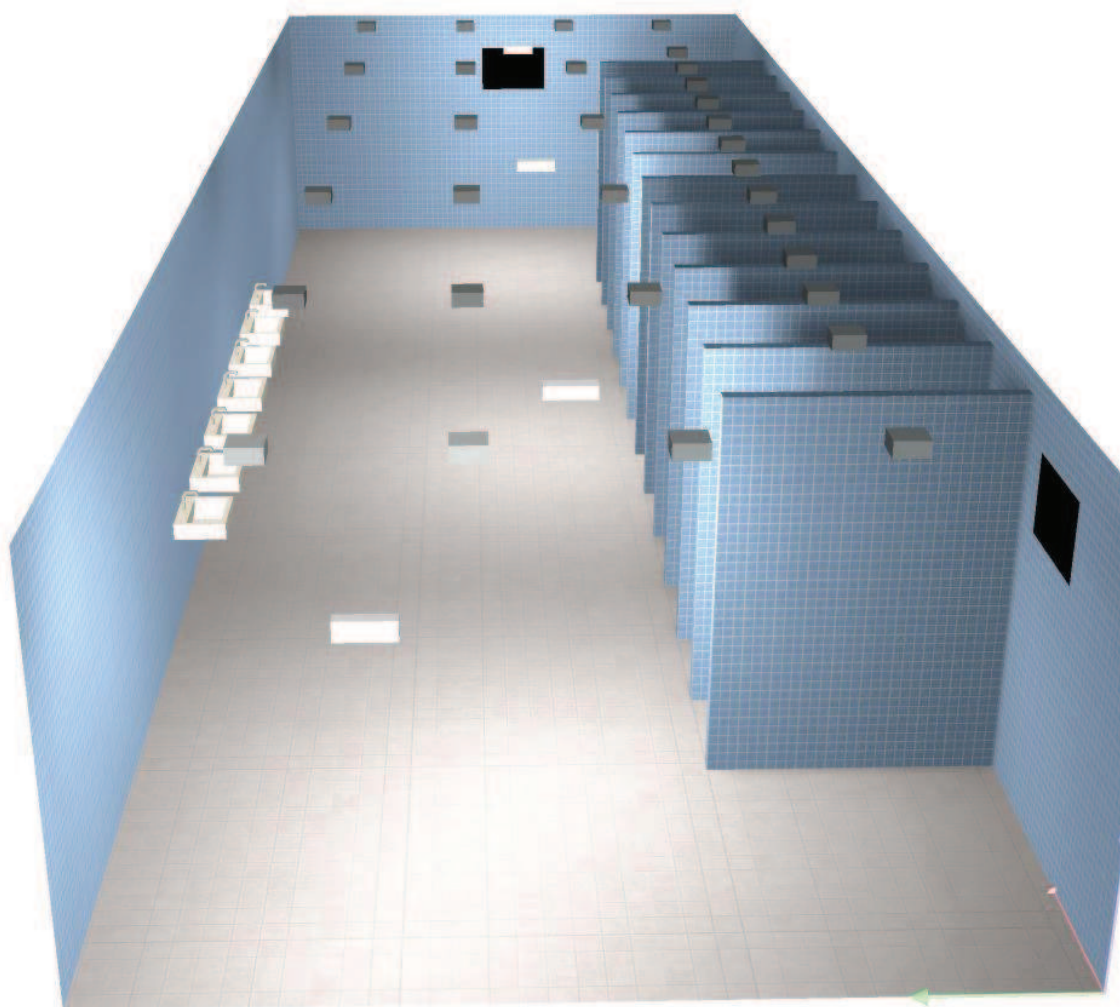
Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

Valor de eficiencia energética:  $0.48 \text{ W/m}^2 = 6.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )



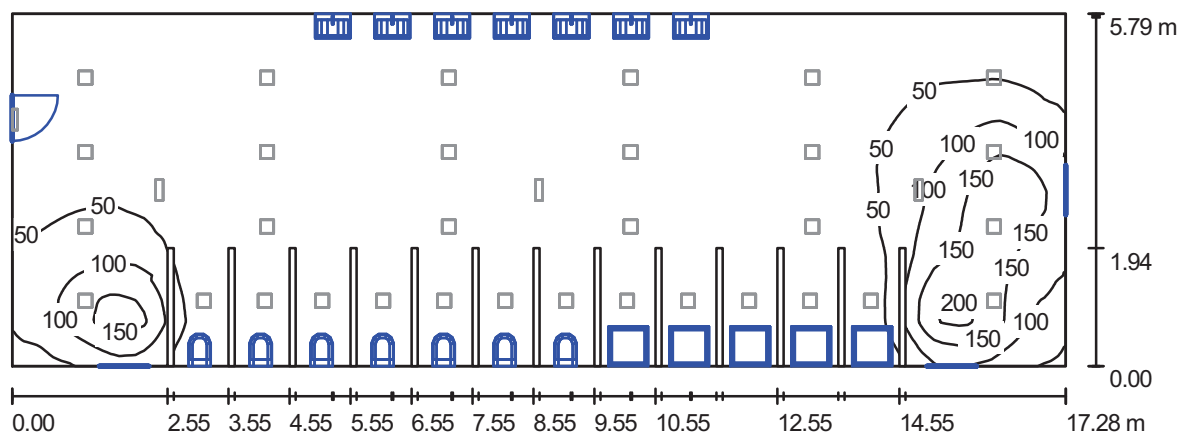
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### **Aseo Femenino / Alumbrado de emergencia / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Aseo Femenino / Luz diurna / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:124

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	31	1.45	244	0.047
Suelo	67	26	2.43	151	0.093
Techo	70	15	2.03	54	0.138
Paredes (4)	61	24	1.77	89	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Aseo Femenino / Luz diurna / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
 Potencia total: 0.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	20	11	31	/	/
Suelo	15	11	26	67	5.60
Techo	0.00	15	15	70	3.28
Pared 1	1.60	13	15	61	2.82
Pared 2	13	35	48	61	9.31
Pared 3	8.35	13	21	61	4.14
Pared 4	14	18	32	61	6.23

Simetrías en el plano útil

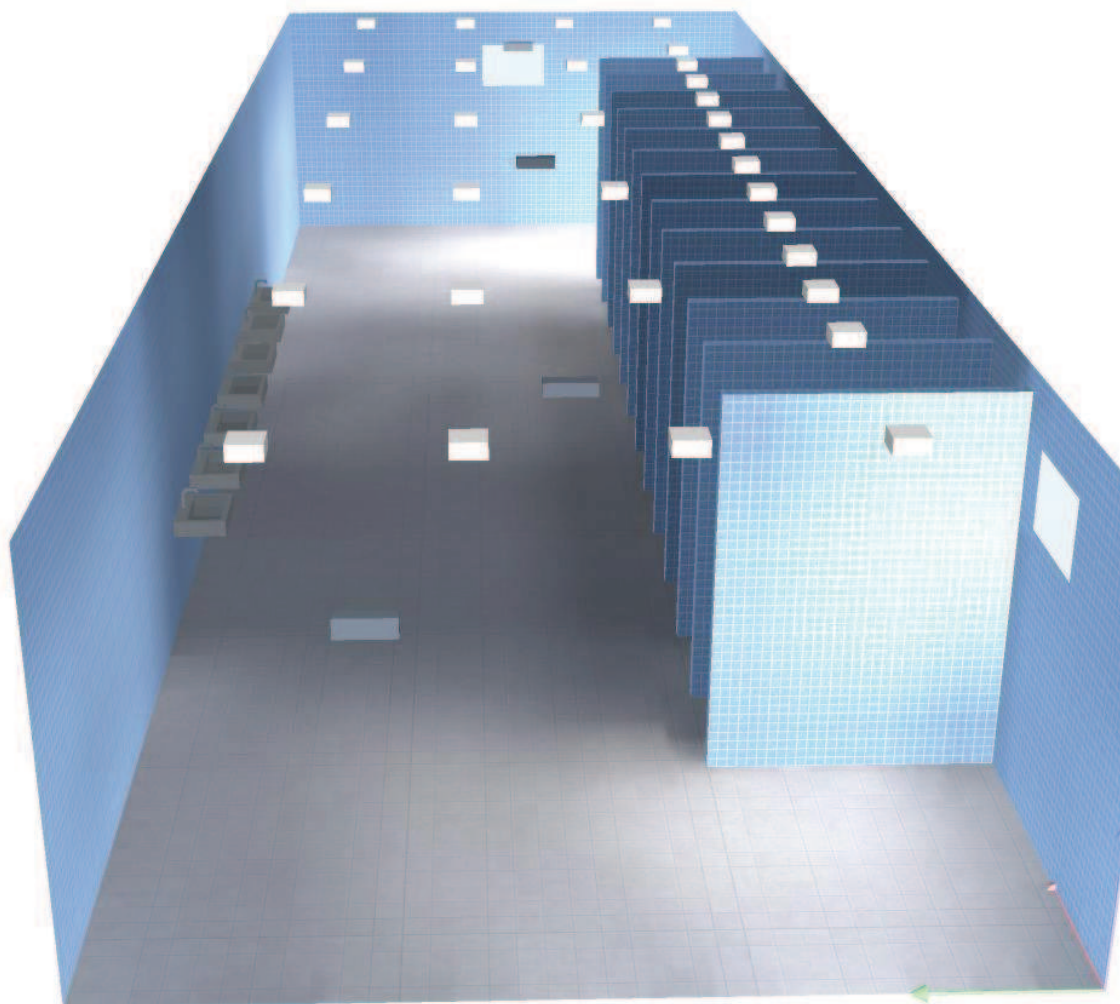
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.047 (1:21)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.006 (1:168)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base:  $100.05 \text{ m}^2$ )

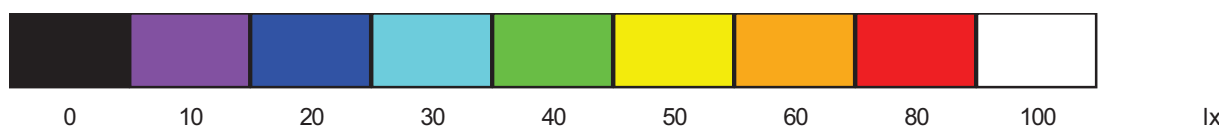
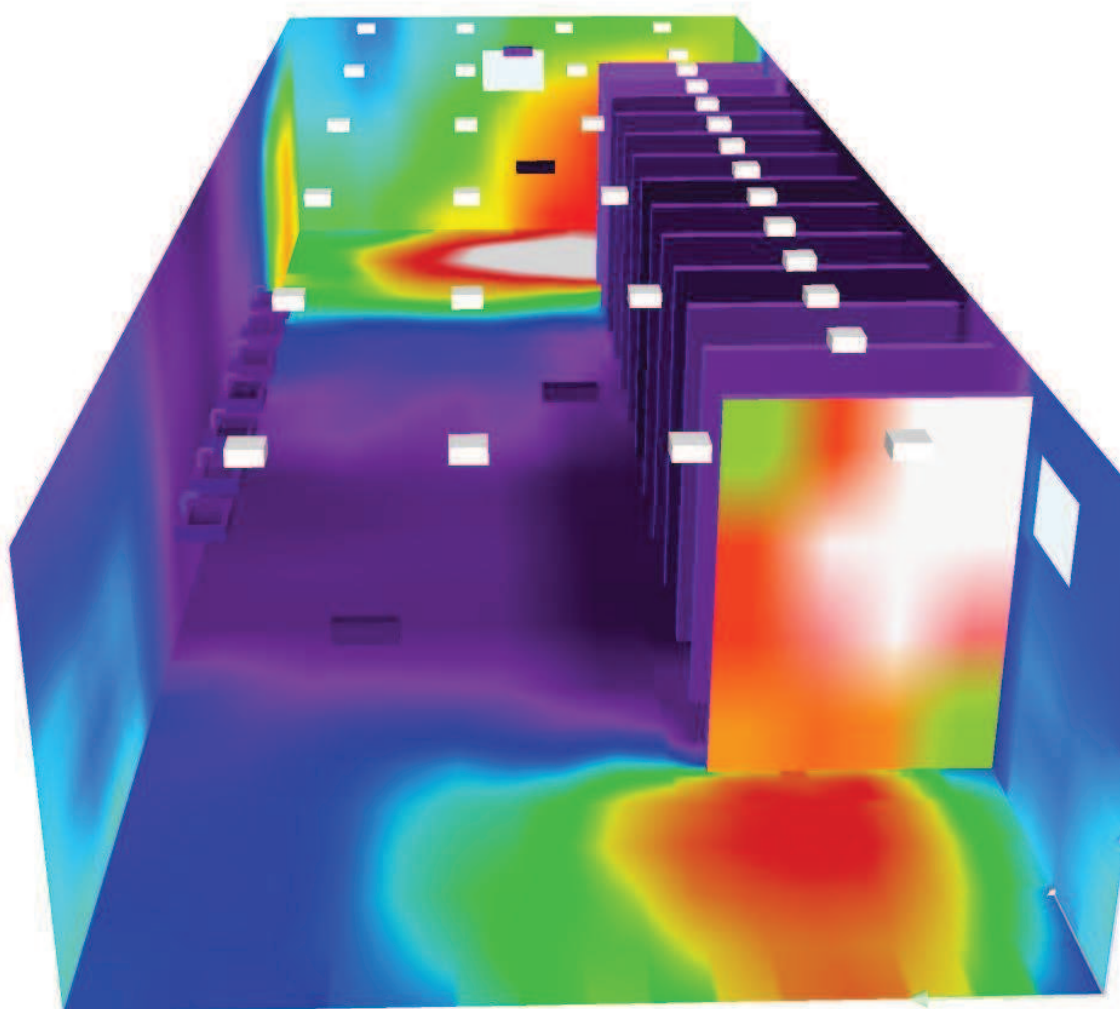
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Aseo Femenino / Luz diurna / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

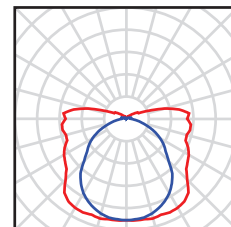
## Aseo Femenino / Luz diurna / Rendering (procesado) de colores falsos



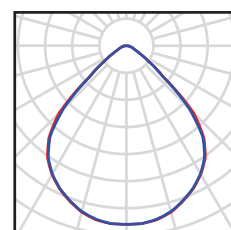
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de exposiciones / Lista de luminarias

25 Pieza Philips TCH329 1xTL8W P  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 470 lm, 12.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 83  
Código CIE Flux: 40 67 85 83 82  
Lámpara: 1 x TL8W/840 (Factor de corrección 1.000).

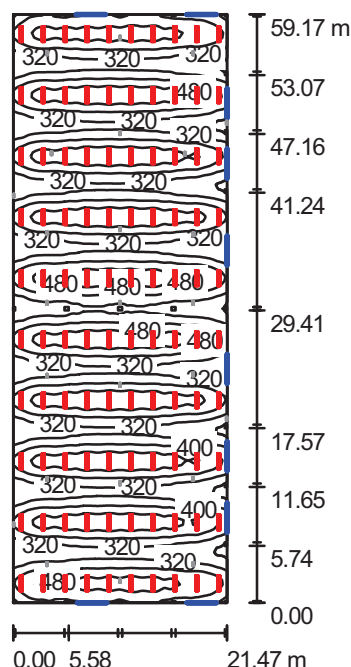


100 Pieza Philips TCS760 2xTL5-35W HFP AC-MLO  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 6600 lm  
Potencia de las luminarias: 77.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 70 95 99 100 62  
Lámpara: 2 x TL5-35W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de exposiciones / Alumbrado normal / Resumen



Altura del local: 3.820 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:760

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	395	196	547	0.496
Suelo	61	390	211	473	0.541
Techo	73	229	142	278	0.621
Paredes (18)	77	253	147	524	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	100	Philips TCS760 2xTL5-35W HFP AC-MLO (1.000)	6600	77.0
Total:			660000	7700.0

Valor de eficiencia energética:  $6.06 \text{ W/m}^2 = 1.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $1270.61 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de exposiciones / Alumbrado normal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 660000 lm  
 Potencia total: 7700.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	231	164	395	/	/
Suelo	223	167	390	61	76
Techo	0.00	229	229	73	53
Pared 1	75	200	274	77	67
Pared 1_1	69	187	255	77	63
Pared 1_2	70	170	240	77	59
Pared 1_3	73	196	269	77	66
Pared 2	58	160	218	77	53
Pared 2_1	59	166	226	77	55
Pared 2_2	71	180	251	77	62
Pared 2_3	70	187	257	77	63
Pared 2_4	60	160	220	77	54
Pared 2_5	60	168	228	77	56
Pared 2_6	67	170	238	77	58
Pared 2_7	67	162	230	77	56
Pared 3	73	198	271	77	66
Pared 3_1	70	181	251	77	62
Pared 3_2	69	213	281	77	69
Pared 3_3	73	209	282	77	69
Pared 4	68	194	262	77	64
Pared 4_1	68	189	257	77	63

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.496 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.358 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $6.06 \text{ W/m}^2 = 1.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $1270.61 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

---

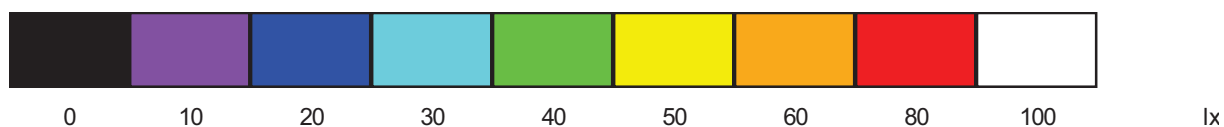
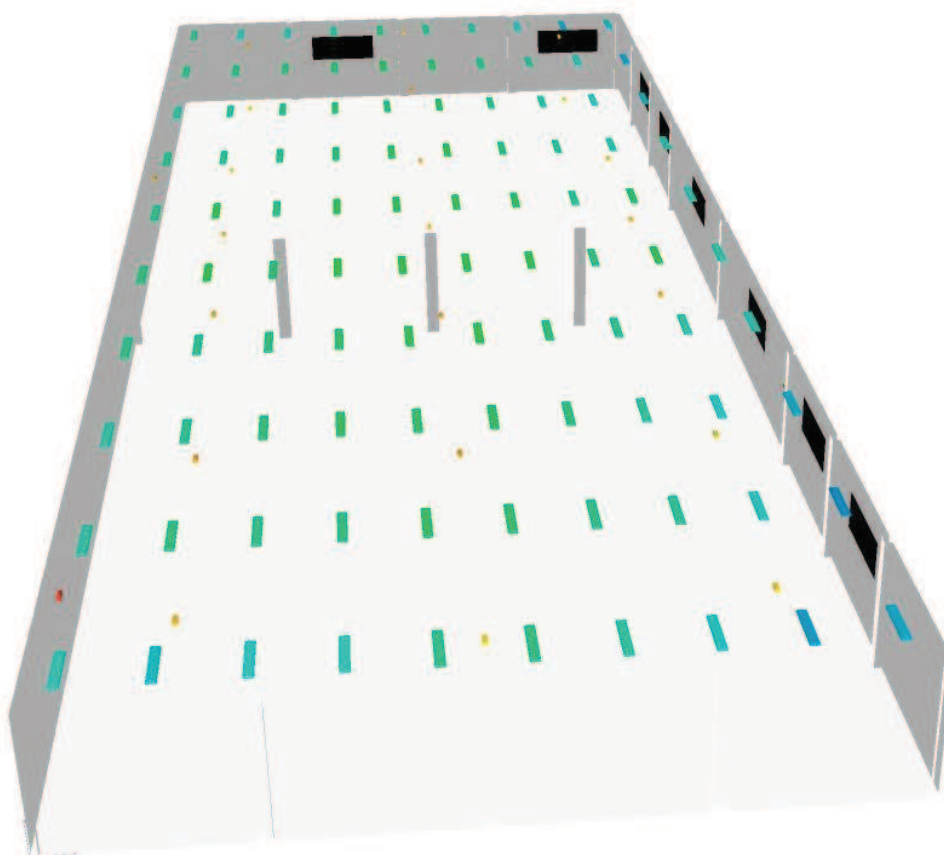
**Sala de exposiciones / Alumbrado normal / Rendering (procesado) en 3D**

---



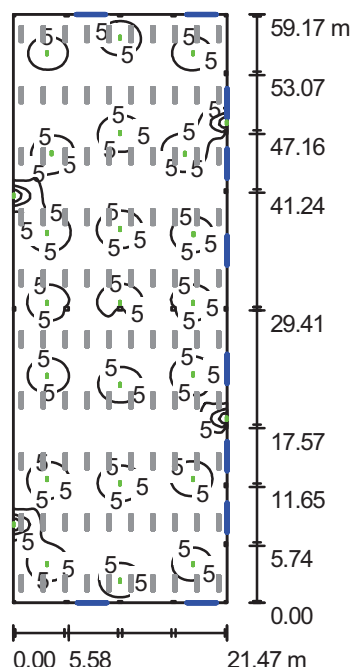
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de exposiciones / Alumbrado normal / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de exposiciones / Alumbrado de emergencia / Resumen



Altura del local: 3.820 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:760

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	3.67	0.54	21	0.148
Suelo	61	3.42	0.79	9.30	0.230
Techo	73	1.24	0.03	101	0.025
Paredes (18)	77	2.71	0.77	102	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	25	Philips TCH329 1xTL8W P (1.000)	470	12.0
Total:			11750	300.0

Valor de eficiencia energética:  $0.24 \text{ W/m}^2 = 6.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $1270.61 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de exposiciones / Alumbrado de emergencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11750 lm  
 Potencia total: 300.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	3.67	0.00	3.67	/	/
Suelo	3.42	0.00	3.42	61	0.66
Techo	1.24	0.00	1.24	73	0.29
Pared 1	2.36	0.00	2.36	77	0.58
Pared 1_1	1.43	0.00	1.43	77	0.35
Pared 1_2	1.27	0.00	1.27	77	0.31
Pared 1_3	2.26	0.00	2.26	77	0.55
Pared 2	2.16	0.00	2.16	77	0.53
Pared 2_1	2.47	0.00	2.47	77	0.60
Pared 2_2	3.65	0.00	3.65	77	0.89
Pared 2_3	3.14	0.00	3.14	77	0.77
Pared 2_4	2.57	0.00	2.57	77	0.63
Pared 2_5	3.77	0.00	3.77	77	0.92
Pared 2_6	2.62	0.00	2.62	77	0.64
Pared 2_7	2.70	0.00	2.70	77	0.66
Pared 3	2.23	0.00	2.23	77	0.55
Pared 3_1	1.34	0.00	1.34	77	0.33
Pared 3_2	1.28	0.00	1.28	77	0.31
Pared 3_3	2.18	0.00	2.18	77	0.53
Pared 4	3.14	0.00	3.14	77	0.77
Pared 4_1	2.98	0.00	2.98	77	0.73

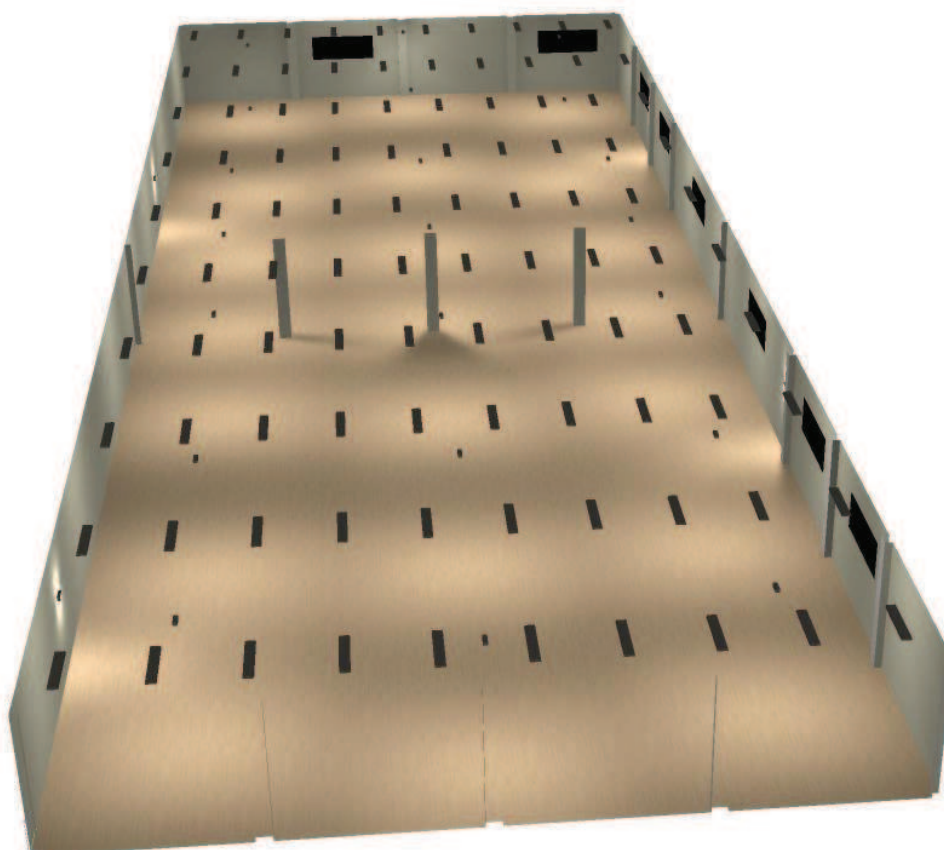
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.148 (1:7)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.026 (1:38)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
 Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.24 \text{ W/m}^2 = 6.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $1270.61 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

**Sala de exposiciones / Alumbrado de emergencia / Rendering (procesado) en 3D**





Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

### Sala de exposiciones / Luz diurna / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
 Potencia total: 0.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	66	46	112	/	/
Suelo	62	47	110	61	21
Techo	0.00	63	63	73	15
Pared 1	13	80	93	77	23
Pared 1_1	8.44	46	54	77	13
Pared 1_2	12	104	116	77	29
Pared 1_3	15	71	86	77	21
Pared 2	12	88	100	77	24
Pared 2_1	5.10	81	86	77	21
Pared 2_2	2.55	63	66	77	16
Pared 2_3	2.74	66	69	77	17
Pared 2_4	5.10	78	83	77	20
Pared 2_5	12	91	103	77	25
Pared 2_6	77	94	171	77	42
Pared 2_7	80	91	170	77	42
Pared 3	15	69	84	77	21
Pared 3_1	11	110	121	77	30
Pared 3_2	7.63	57	65	77	16
Pared 3_3	12	88	99	77	24
Pared 4	22	39	61	77	15
Pared 4_1	22	36	57	77	14

Simetrías en el plano útil

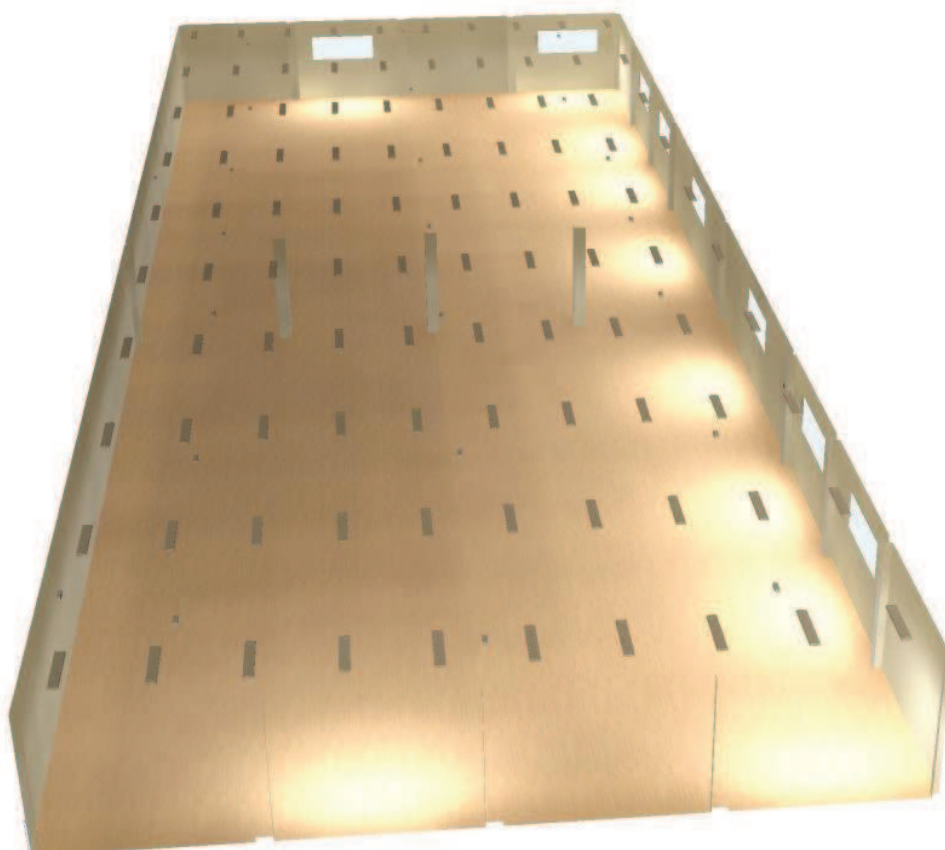
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.233 (1:4)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.031 (1:32)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base: 1270.61 m²)

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

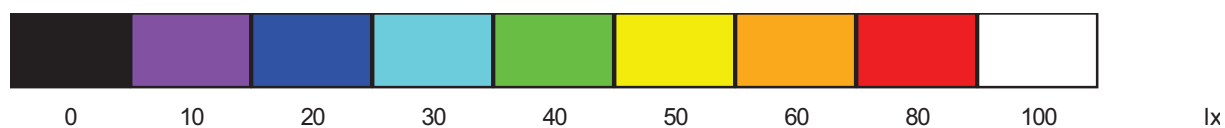
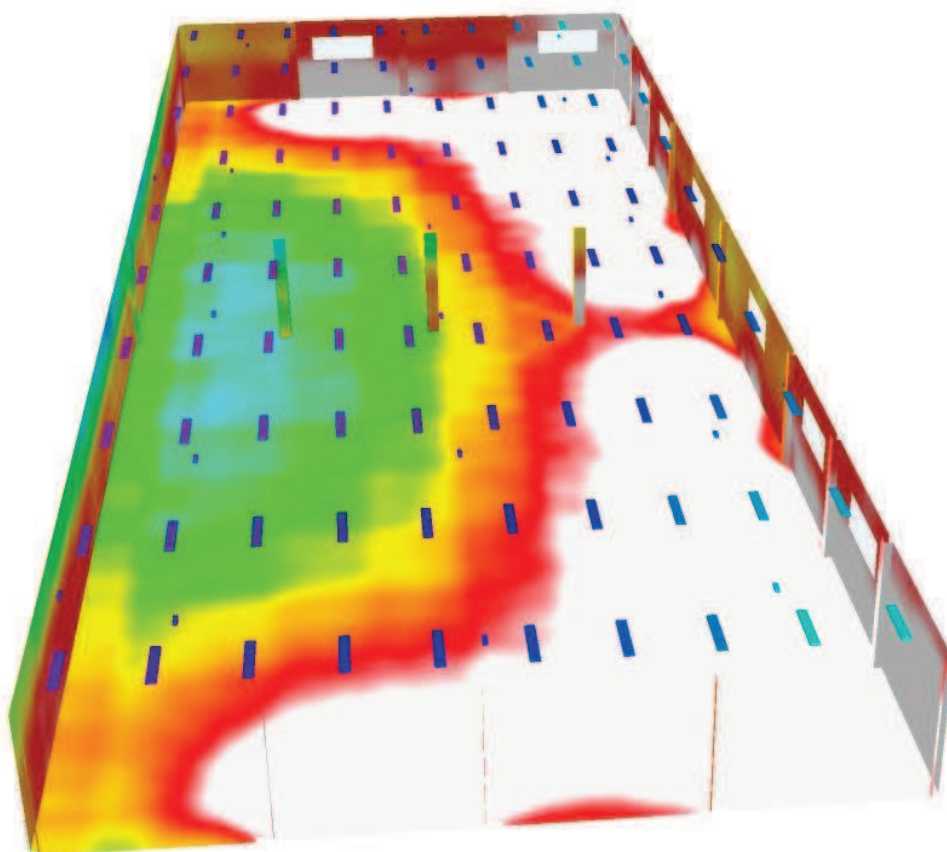
## Sala de exposiciones / Luz diurna / Rendering (procesado) en 3D





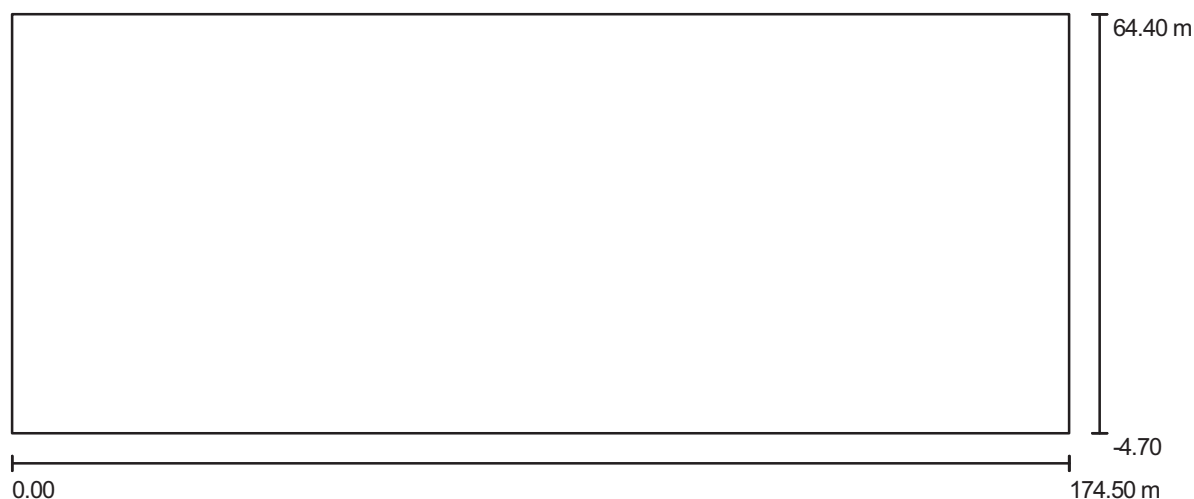
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Sala de exposiciones / Luz diurna / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

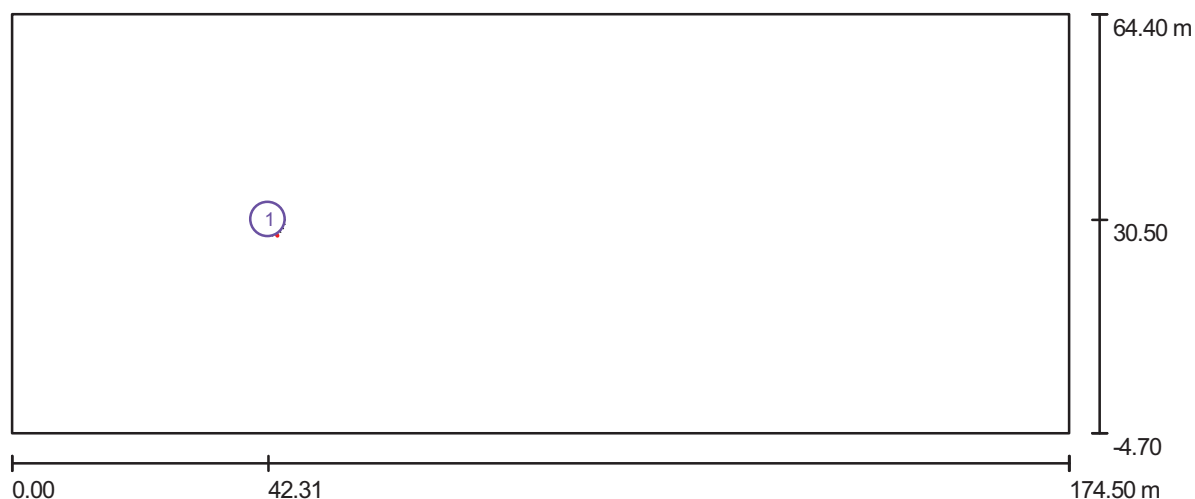
Escala 1:1248

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	5	Philips BDS480 T15 1xEco113-2S/740 A (1.000)	11329	111.5
2	9	Philips BVP506 1xGRN72-2S/830 A/60 (1.000)	7200	83.8
Total:			121445	1311.7

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / Observador GR (sumario de resultados)



Escala 1 : 1248

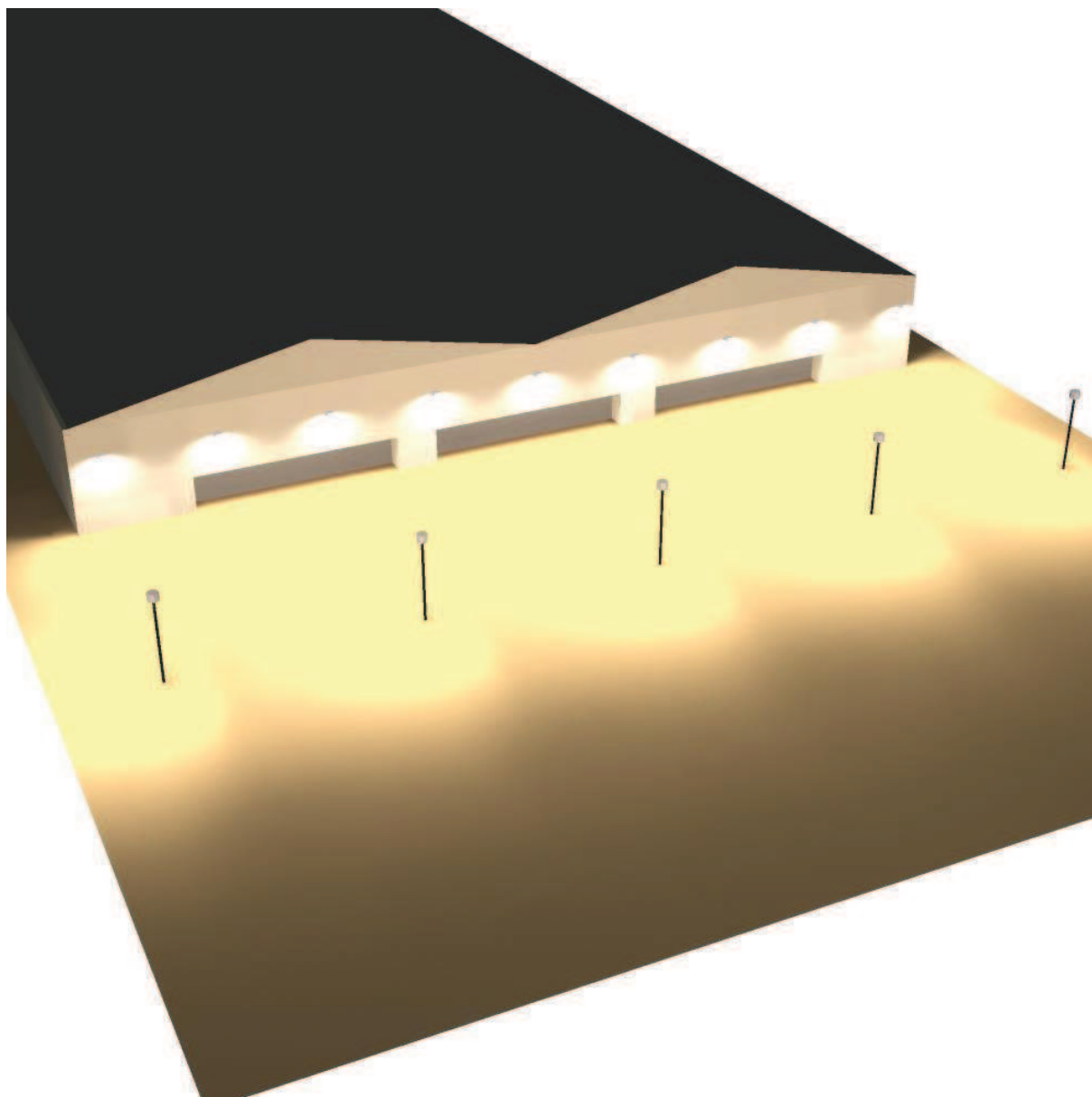
### Lista de puntos de cálculo GR

Nº	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
1	Observador GR	42.309	30.500	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	50 <sup>2)</sup>

2) La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

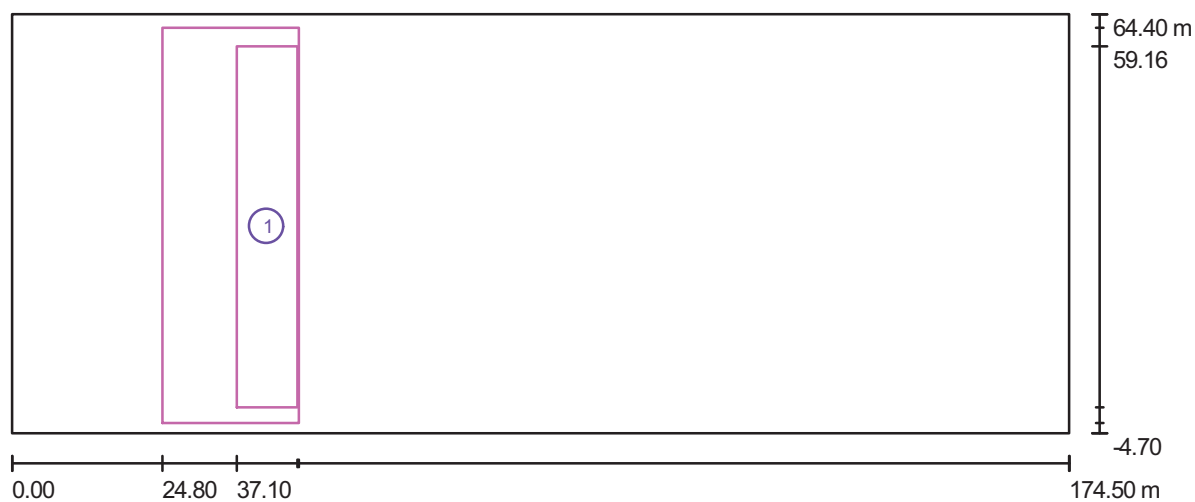
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / superficie de trabajo / Sumario de los resultados

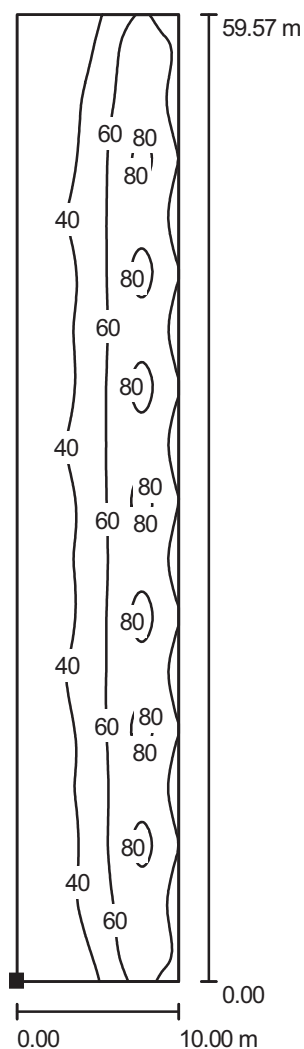


Escala 1 : 1248

Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Área de tarea	64 x 128	51	21	86	0.408	0.242
	Área circundante	128 x 128	36	8.58	91	0.239	0.094

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / superficie de trabajo / Área de tarea / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la escena exterior:  
 Punto marcado:  
 (37.100 m, -0.414 m, 0.750 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 466

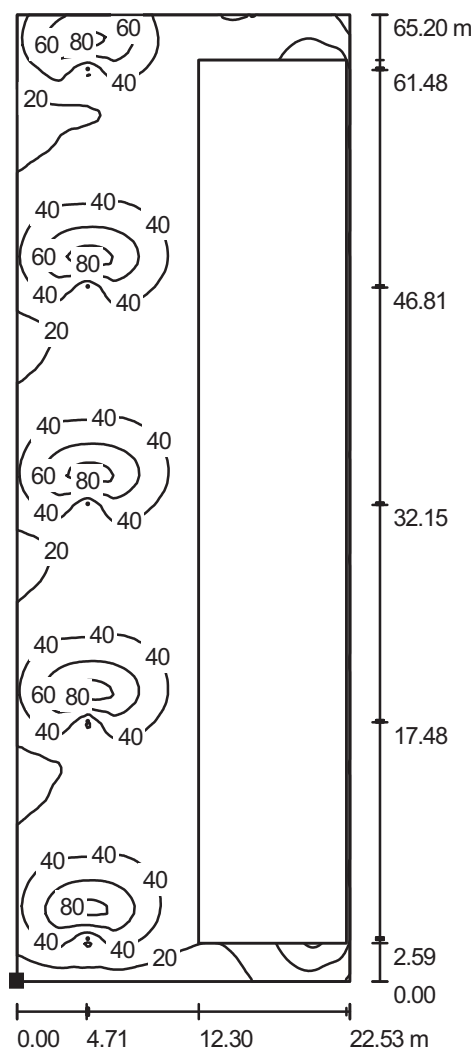


Trama: 64 x 128 Puntos

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
<b>Área de tarea</b>	<b>51</b>	<b>21</b>	<b>86</b>	<b>0.408</b>	<b>0.242</b>
Área circundante	36	8.58	91	0.239	0.094

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / superficie de trabajo / Área circundante / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la  
 escena exterior:  
 Punto marcado:  
 (24.800 m, -3.000 m, 0.750 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 510



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
36

$E_{min}$  [lx]  
8.58

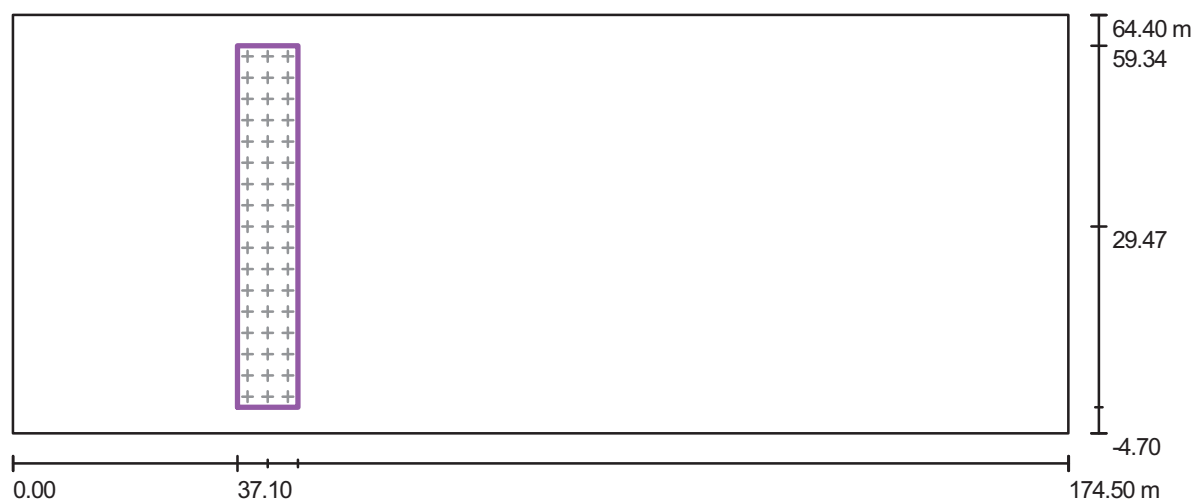
$E_{max}$  [lx]  
91

$E_{min} / E_m$   
0.239

$E_{min} / E_{max}$   
0.094

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / Trama de cálculo 1 / Resumen



Escala 1 : 1248

Posición: (42.100 m, 29.468 m, 0.800 m)

Tamaño: (10.000 m, 59.736 m)

Rotación: (0.0°, 0.0°, 0.0°)

Tipo: Normal, Trama: 3 x 17 Puntos

### Sumario de los resultados

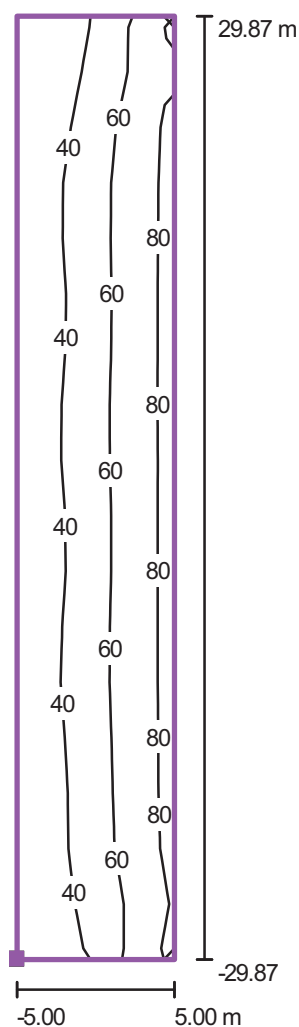
N°	Tipo	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$	$E_{h\ m} / E_m$	H [m]	Cámara
1	perpendicular	52	22	83	0.41	0.26	/	0.000	/

$E_{h\ m} / E_m$  = Relación entre la intensidad lumínica central horizontal y vertical, H = Medición altura



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / Trama de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 479

Situación de la superficie en la escena exterior:  
 Punto marcado: (37.100 m, -0.400 m, 0.800 m)



Trama: 3 x 17 Puntos

$E_m$  [lx]  
52

$E_{min}$  [lx]  
22

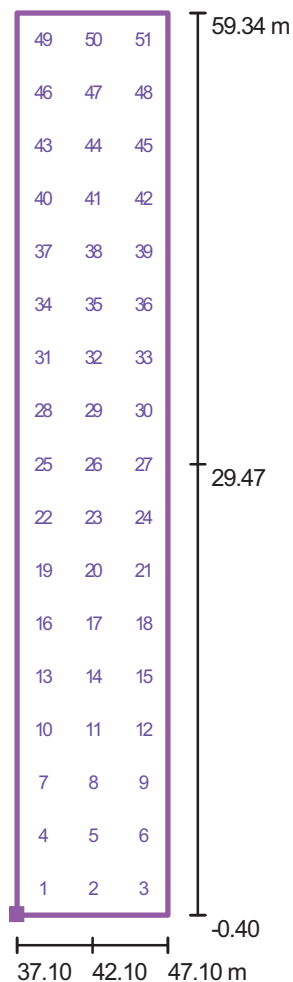
$E_{max}$  [lx]  
83

$E_{min} / E_m$   
0.41

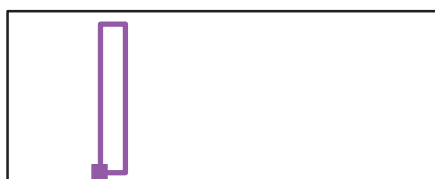
$E_{min} / E_{max}$   
0.26

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:  
 Punto marcado: (37.100 m, -0.400 m, 0.800 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
1	38.767	1.357	0.800	25
2	42.100	1.357	0.800	44
3	45.433	1.357	0.800	74
4	38.767	4.871	0.800	31
5	42.100	4.871	0.800	51

Cantidad Puntos: 51

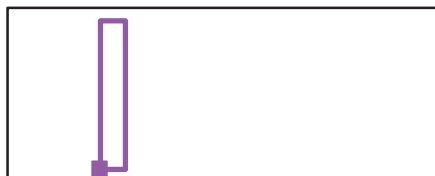
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
52	22	83	0.41	0.26



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:  
 Punto marcado: (37.100 m, -0.400 m, 0.800 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
6	45.433	4.871	0.800	68
7	38.767	8.385	0.800	28
8	42.100	8.385	0.800	52
9	45.433	8.385	0.800	82
10	38.767	11.899	0.800	30
11	42.100	11.899	0.800	53
12	45.433	11.899	0.800	69
13	38.767	15.413	0.800	32
14	42.100	15.413	0.800	54
15	45.433	15.413	0.800	82
16	38.767	18.926	0.800	34
17	42.100	18.926	0.800	55
18	45.433	18.926	0.800	70
19	38.767	22.440	0.800	30
20	42.100	22.440	0.800	53
21	45.433	22.440	0.800	82
22	38.767	25.954	0.800	30
23	42.100	25.954	0.800	54
24	45.433	25.954	0.800	70
25	38.767	29.468	0.800	31
26	42.100	29.468	0.800	53
27	45.433	29.468	0.800	82
28	38.767	32.982	0.800	35
29	42.100	32.982	0.800	55
30	45.433	32.982	0.800	70
31	38.767	36.496	0.800	30
32	42.100	36.496	0.800	53

Cantidad Puntos: 51

$E_m$  [lx]  
52

$E_{min}$  [lx]  
22

$E_{max}$  [lx]  
83

$E_{min} / E_m$   
0.41

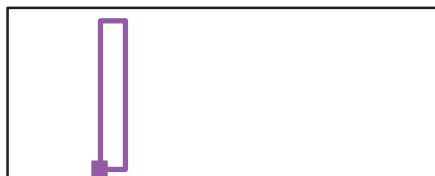
$E_{min} / E_{max}$   
0.26

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado: (37.100 m, -0.400 m, 0.800 m)



Nº	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
33	45.433	36.496	0.800	83
34	38.767	40.010	0.800	30
35	42.100	40.010	0.800	53
36	45.433	40.010	0.800	69
37	38.767	43.524	0.800	30
38	42.100	43.524	0.800	53
39	45.433	43.524	0.800	83
40	38.767	47.038	0.800	34
41	42.100	47.038	0.800	54
42	45.433	47.038	0.800	69
43	38.767	50.551	0.800	30
44	42.100	50.551	0.800	52
45	45.433	50.551	0.800	82
46	38.767	54.065	0.800	27
47	42.100	54.065	0.800	49
48	45.433	54.065	0.800	67
49	38.767	57.579	0.800	22
50	42.100	57.579	0.800	42
51	45.433	57.579	0.800	72

Cantidad Puntos: 51

$E_m$  [lx]  
52

$E_{min}$  [lx]  
22

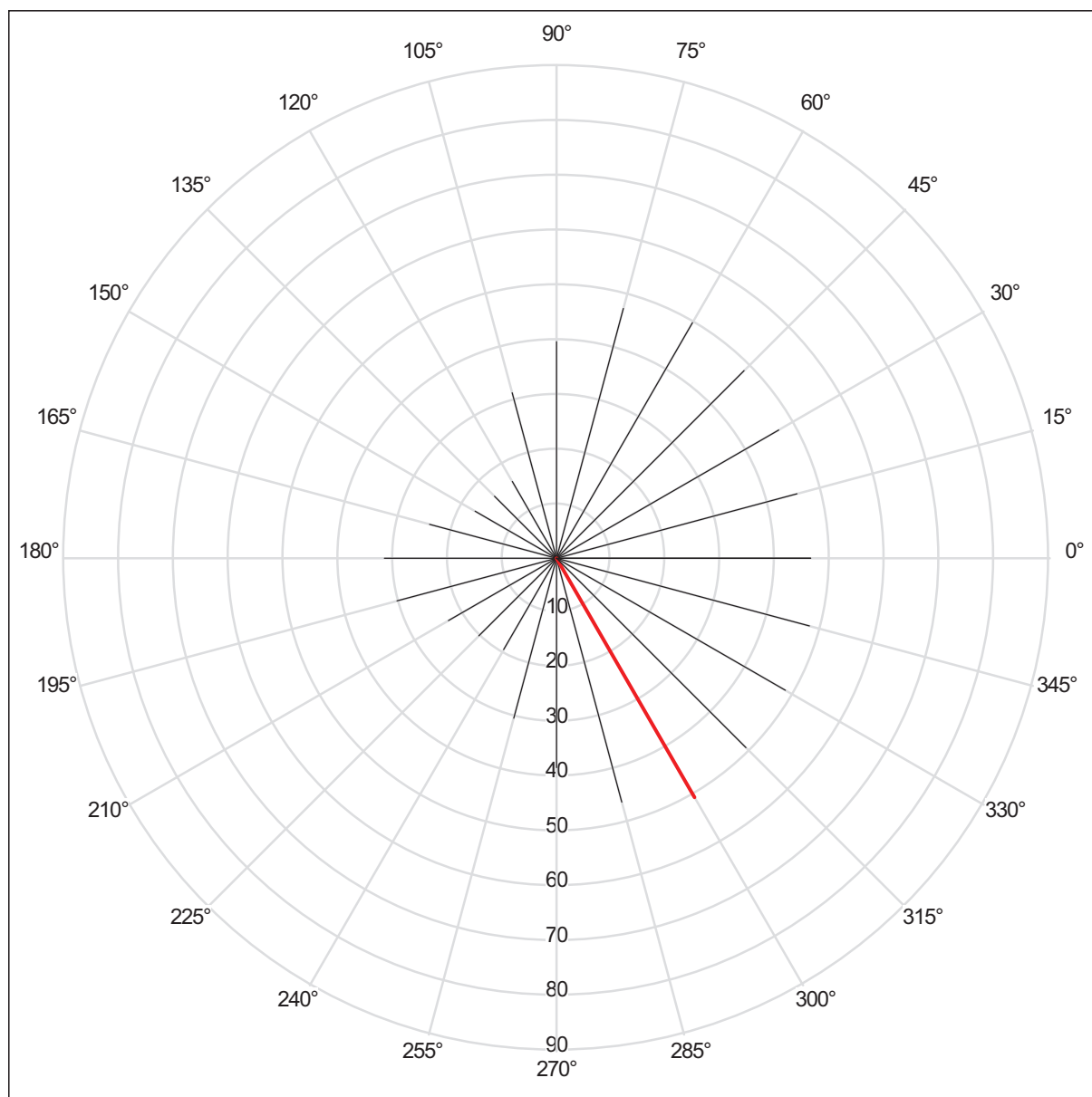
$E_{max}$  [lx]  
83

$E_{min} / E_m$   
0.41

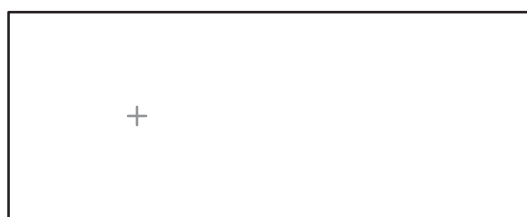
$E_{min} / E_{max}$   
0.26

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Carga y descarga / Observador GR / Resumen



Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (42.309 m, 30.500 m, 1.500 m)

Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °

Deslumbramiento: Min: 16, Max: 50

La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

## **ANEXO Nº3: CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS DEL ALUMBRADO VIAL Y DE LA ZONA DE APARCAMIENTOS**

### **TITULACIÓN:**

Ingeniería Industrial

### **AUTOR:**

José Ángel Tomás Gabarrón

### **DIRECTOR:**

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

FECHA: mayo, 2012

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Índice

### Alumbrado Vial C/ Rambla Olivera (Carboneras)

Índice	1
<b>Calle Rambla Olivera (Carboneras)</b>	
Datos de planificación	2
Lista de luminarias	4
Rendering (procesado) en 3D	5
Rendering (procesado) de colores falsos	6
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Calzada</b>	
Sumario de los resultados	7
Clase de iluminación	8
Tabla (E)	9
<b>Carril de estacionamiento</b>	
Sumario de los resultados	10
Clase de iluminación	11
Tabla (E)	12



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

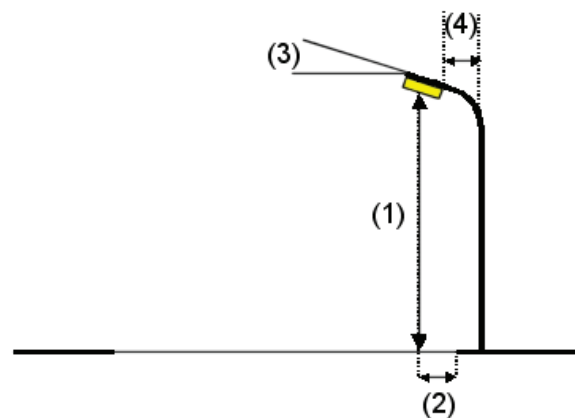
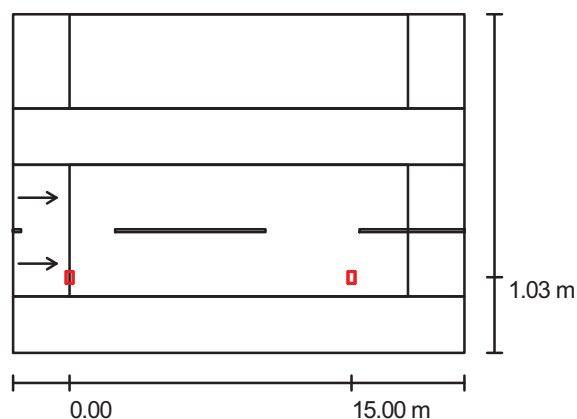
## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Carril de estacionamiento	(Anchura: 5.000 m)
Línea verde	(Anchura: 3.000 m)
Calzada	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Línea verde	(Anchura: 3.000 m)

Factor mantenimiento: 0.67

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips SGS102 1xSON-PP100W MR
Flujo luminoso (Luminaria):	7038 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	10200 lm
Potencia de las luminarias:	114.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	15.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	8.314 m
Saliente sobre la calzada (2):	1.000 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	1.677 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	142 cd/klm
con 80°:	46 cd/klm
con 90°:	14 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

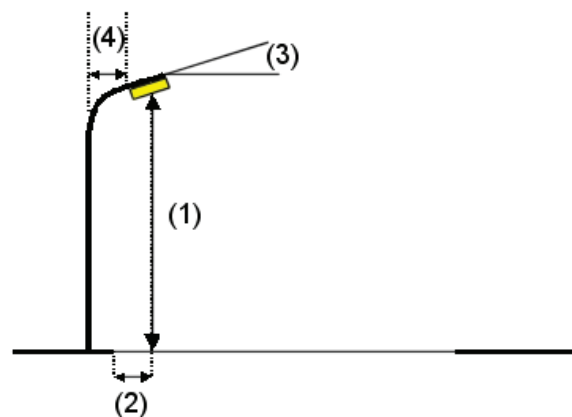
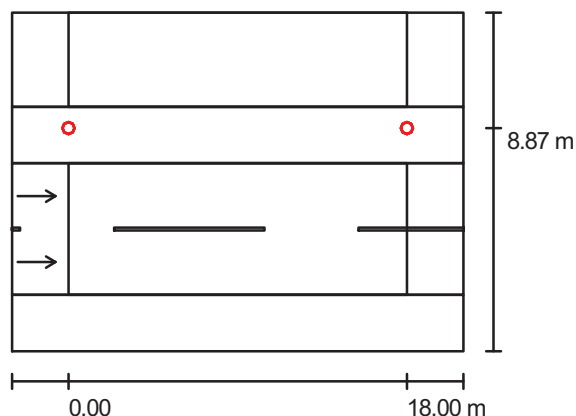
Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.  
 La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Datos de planificación

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria: Philips BDS480 T15 1xECO60-2S/657 A  
 Flujo luminoso (Luminaria): 4648 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 6036 lm  
 Potencia de las luminarias: 56.4 W  
 Organización: unilateral arriba  
 Distancia entre mástiles: 18.000 m  
 Altura de montaje (1): 5.000 m  
 Altura del punto de luz: 5.454 m  
 Saliente sobre la calzada (2): -1.870 m  
 Inclinação del brazo (3): 0.0 °  
 Longitud del brazo (4): 0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 445 cd/klm  
 con 80°: 15 cd/klm  
 con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.

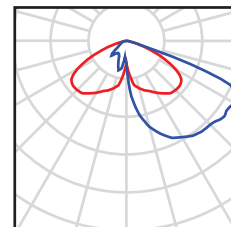
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

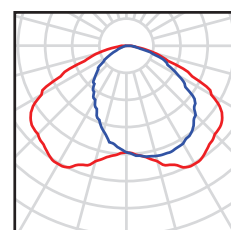
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Lista de luminarias

Philips BDS480 T15 1xECO60-2S/657 A  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 4648 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 6036 lm  
Potencia de las luminarias: 56.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 33 72 98 100 76  
Lámpara: 1 x ECO60-2S/657 (Factor de corrección 1.000).



Philips SGS102 1xSON-PP100W MR  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 7038 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 10200 lm  
Potencia de las luminarias: 114.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 45 80 97 100 69  
Lámpara: 1 x SON-PP100W (Factor de corrección 1.000).



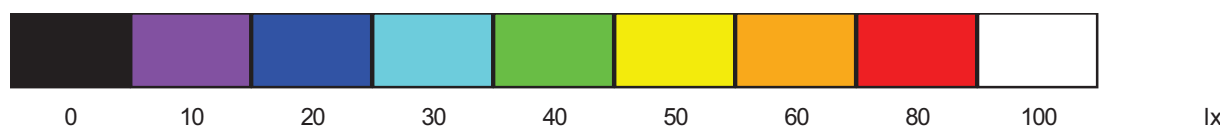
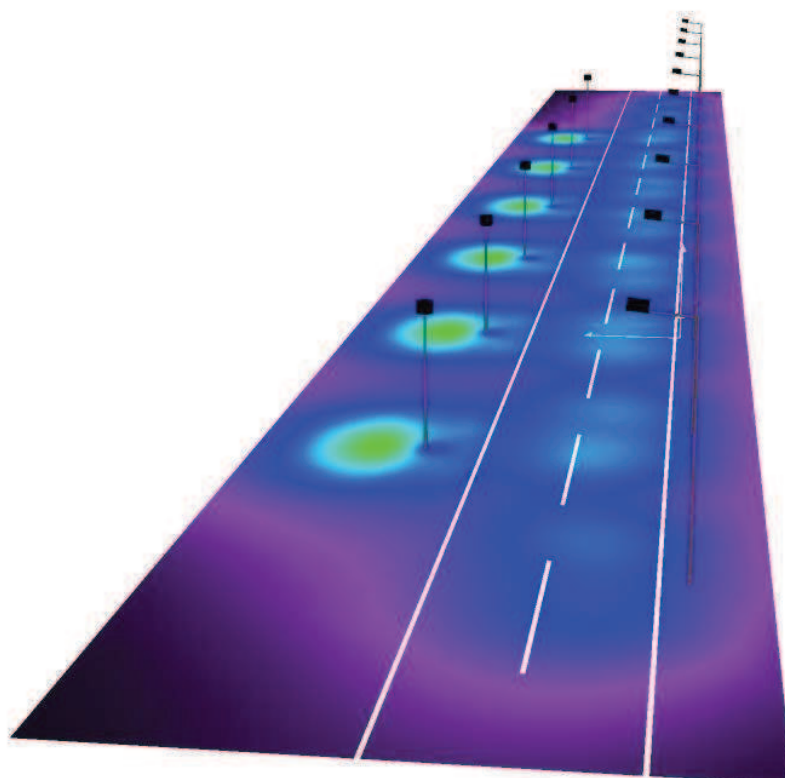
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Rendering (procesado) en 3D



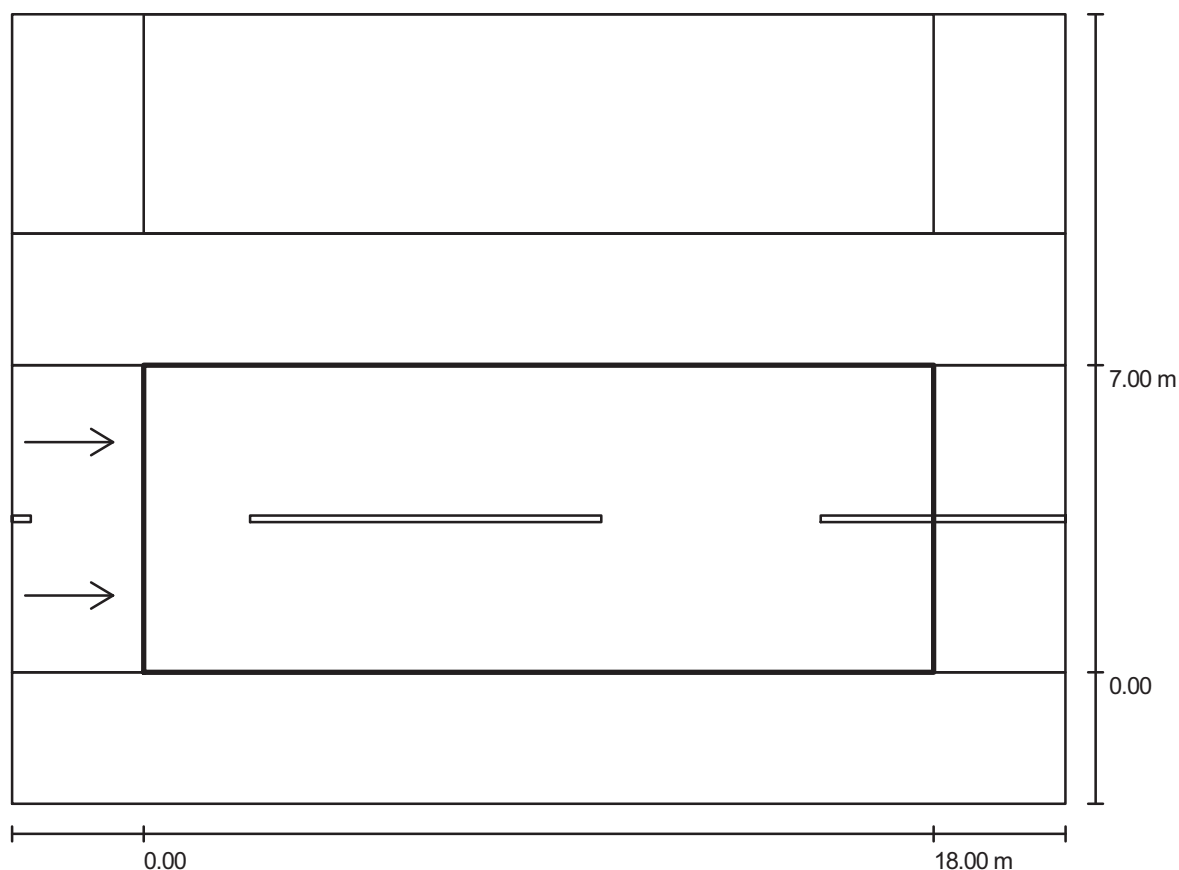
Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Calzada / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:172

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070, Revestimiento de la calzada (húmedo): W3, q0 (húmedo): 0.200

Clase de iluminación seleccionada: MEW3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR	U0 (húmedo)
Valores reales según cálculo:	1.19	0.70	0.91	5	0.82	0.28
Valores de consigna según clase:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50	≥ 0.15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓	✓

### Observador respectivo (2 Pieza):

Nº	Observador	Posición [m]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	U0 (húmedo)
1	Observador 1	(-60.000, 1.750, 1.500)	1.19	0.71	0.91	5	0.31
2	Observador 2	(-60.000, 5.250, 1.500)	1.24	0.70	0.92	5	0.28

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Calzada / Clase de iluminación

Clase de iluminación seleccionada: MEW3

Esta clase de iluminación se basa en la siguiente situación vial:

Parámetros	Valor
Velocidad típica del usuario principal	Media (entre 30 y 60 km/h)
Usuario principal	Tráfico motorizado, Vehículos lentos
Otros usuarios autorizados	Ciclista, Peatón
Usuario excluido	/
Situación de iluminación	B1
Conexión a otras viales	Cruces sencillos
Densidad de cruces [cantidad por km]	<3
Zona conflictiva	Sí
Medidas constructivas para restricción del tráfico	No
Tránsito de vehículos [cantidad por día]	entre 15000 y 25000
Grado de dificultad de navegación	Normal
Tipo climático principal	Mojado

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Calzada / Tabla (E)



<b>6.417</b>	21	21	20	18	<u>17</u>	18	19	20	22	21
<b>5.250</b>	23	23	21	19	19	20	21	22	22	23
<b>4.083</b>	25	25	24	21	20	22	24	24	24	25
<b>2.917</b>	<u>26</u>	<u>26</u>	25	22	21	23	25	25	25	<u>26</u>
<b>1.750</b>	25	<u>26</u>	24	21	20	23	25	25	25	25
<b>0.583</b>	23	23	22	19	18	20	23	23	22	23
<b>m</b>	<b>0.900</b>	<b>2.700</b>	<b>4.500</b>	<b>6.300</b>	<b>8.100</b>	<b>9.900</b>	<b>11.700</b>	<b>13.500</b>	<b>15.300</b>	<b>17.100</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
22

$E_{min}$  [lx]  
17

$E_{max}$  [lx]  
26

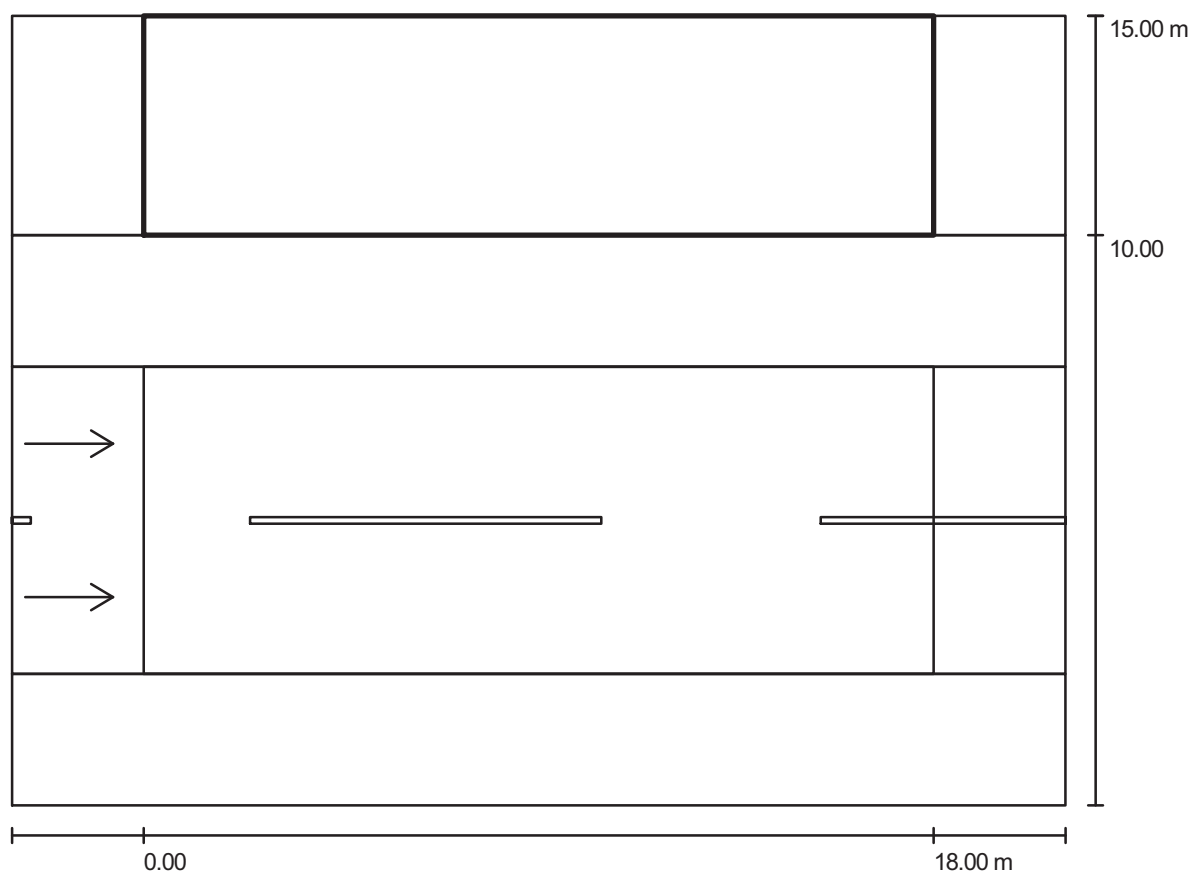
$E_{min} / E_m$   
0.754

$E_{min} / E_{max}$   
0.640



Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Carril de estacionamiento / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:172

Trama: 10 x 4 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento .

Clase de iluminación seleccionada: CE4

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$ [lx]	U0
20.85	0.57
$\geq 10.00$	$\geq 0.40$
✓	✓

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
Teléfono  
Fax  
e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Carril de estacionamiento / Clase de iluminación

Clase de iluminación seleccionada: CE4

Esta clase de iluminación se basa en la siguiente situación vial:

Parámetros	Valor
Velocidad típica del usuario principal	Baja (entre 5 y 30 km/h)
Usuario principal	Tráfico motorizado, Peatón
Otros usuarios autorizados	/
Usuario excluido	Vehículos lentos, Ciclista
Situación de iluminación	D1
Medidas constructivas para restricción del tráfico	No
Tránsito de peatones	Normal
Grado de dificultad de navegación	Normal
Reconocimiento facial	necesario
Riesgo de criminalidad	Normal
Grado de luminancia del entorno	Medio (entorno urbano)

Proyecto elaborado por José Ángel Tomás Gabarrón  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail j.a.tomas.gabarron@gmail.com

## Calle Rambla Olivera (Carboneras) / Carril de estacionamiento / Tabla (E)



<b>4.375</b>	19	19	16	13	<u>12</u>	<u>12</u>	13	16	19	19
<b>3.125</b>	26	23	19	15	13	13	15	20	23	26
<b>1.875</b>	33	28	23	17	15	15	17	23	28	33
<b>0.625</b>	<u>37</u>	31	24	18	16	16	19	24	31	<u>37</u>
<b>m</b>	<b>0.900</b>	<b>2.700</b>	<b>4.500</b>	<b>6.300</b>	<b>8.100</b>	<b>9.900</b>	<b>11.700</b>	<b>13.500</b>	<b>15.300</b>	<b>17.100</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 10 x 4 Puntos

$E_m$  [lx]  
21

$E_{min}$  [lx]  
12

$E_{max}$  [lx]  
37

$E_{min} / E_m$   
0.567

$E_{min} / E_{max}$   
0.322

# **Diseño de la instalación eléctrica del muelle asociado a la fábrica cementera Holcim, en Carboneras**

## **ANEXO Nº4: DESCRIPCIÓN DETALLADA GRÚAS MUELLE NORTE/ESTE**

### **TITULACIÓN:**

Ingeniería Industrial

### **AUTOR:**

José Ángel Tomás Gabarrón

### **DIRECTOR:**

Francisco Javier Cánovas Rodríguez

FECHA: mayo, 2012

## ÍNDICE

<b>1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE CADA GRÚA</b>	<b>3</b>
1.1. Condiciones ambientales	3
1.2. Datos técnicos mecánicos para cada grúa	4
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS GRÚAS</b>	<b>5</b>
2.1. Generalidades	5
2.2. Modos de funcionamiento	5
2.3. Control	6
2.4. Tensiones	6
2.5. Emergencias	7
<b>3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO ELÉCTRICO</b>	<b>8</b>
3.1. Armarios sala eléctrica	8
3.2. Descripción PLC	11
3.3. Descripción red de comunicación Profibus-DP	13
3.4. Puestos de mando	16
<b>4. DESCRIPCIÓN DE MECANISMOS</b>	<b>23</b>
4.1. Elevación gancho/cinta evacuación	23
4.1.1. Descripción mecánica	23
4.1.2. Descripción eléctrica	24
4.2. Alcance	26
4.2.1. Descripción mecánica	26
4.2.2. Descripción eléctrica	27
4.3. Giro gancho/cinta evacuación	29
4.3.1. Descripción mecánica	29
4.3.2. Descripción eléctrica	30
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS SEÑALES QUE RECIBEN LOS PLC'S DE CADA GRÚA</b>	<b>32</b>
5.1. Señales Estación Remota PLC (91A1)	32
5.2. Señales Estación Remota Cabina Mando (134A1)	41

## **1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE CADA GRÚA:**

Cada Grúa ha sido concebida originalmente para dos funciones: trabajar como grúa de puerto → plataforma giratoria de 360º, con función de Grúa (cinta evacuación no enganchada) o situar el conjunto de cinta de evacuación y telescópico del Cargador Fijo y cargar un buque, con función de Cargador (cinta evacuación enganchada en la Grúa).



**Ilustración 1. Grúa Muelle Este**



**Ilustración 2. Grúa Muelle Norte**

Tanto la grúa del muelle Norte como la grúa del muelle Este se encuentran situadas en una plataforma giratoria (cota +19,10 m por encima del muelle) sobre un Cargador Fijo ubicado en cada muelle, el cual está fijado con cuatro anclajes fijos al muelle y dispone básicamente de una cinta de evacuación y un telescópico en su extremo delantero. La cinta de evacuación es alimentada por un camino de cintas que va, dependiendo de la grúa:

- Desde la Fábrica Cementera de Holcim al Muelle Norte.
- Desde la Central Térmica de Endesa al Muelle Este.

Ambas Grúas, cuando son utilizadas como función de Grúa o Cargador Fijo, pueden ser utilizadas para, por medio del gancho de su elevación, situar la cinta de evacuación y el telescópico del Cargador Fijo sobre la bodega del buque, maniobrando los mecanismos de elevación/alcance y giro de las Grúas.

En cada muelle, la alimentación de fuerza de la Grúa y el Cargador Fijo son independientes.

### **1.1. Condiciones ambientales:**

- Temperatura ambiente..... 0º C a +45º C
- Humedad relativa media..... 70%
- Nivel sobre el mar..... +3 m
- Viento de servicio..... 20 m/s (72 km/h)

- Viento de tormenta (fuera de servicio)..... 27 m/s (97 km/h)

### **1.2. Datos técnicos mecánicos para cada grúa:**

- **Elevación:**

- Nº de motores..... 1
- Diámetro tambor..... 350 mm
- Longitud tambor..... 560 mm (46 pasos de 10 mm, para cable de 8 mm diámetro)
- Velocidad de maniobra..... 10 m/min → 11,5 Tn;  
16 m/min → 8 Tn
- Revoluciones accionamiento..... 0 a 1.475 rpm
- Recorrido desplazamiento..... 15 m (hasta muelle) 25 m (total)

- **Alcance:**

- Nº de motores..... 1
- Diámetro tambor..... 600 mm
- Longitud tambor..... 1000 mm
- Velocidad de maniobra..... 1,5 min/9 m
- Revoluciones accionamiento..... 0 a 1.475 rpm
- Recorrido desplazamiento..... 6 m (atrás-mínimo) 15 m (adelante-máximo)

- **Giro:**

- Nº de motores..... 1
- Velocidad de giro..... 0,25 vueltas/min
- Revoluciones accionamiento..... 0 a 1.430 rpm
- Recorrido desplazamiento..... 360º → cinta evacuación desenganchada; 180º → cinta evacuación enganchada

## **2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS GRÚAS:**

### **2.1. Generalidades:**

Cada grúa consta principalmente de: un cabrestante de elevación de la pluma eléctrico, un cabrestante de recorrido de alcance (brazo) eléctrico y un mecanismo de giro de la pluma eléctrico.

### **2.2. Modos de funcionamiento:**

Existen dos modos de funcionamiento para las grúas:

1. Manual-Cabina desde el Puesto de Mando:



**Ilustración 3. Puesto de mando**

2. Manual-Radio desde el Radio Mando:



**Ilustración 4. Consola Radio Mando**

Desde el Puesto de Mando de la Cabina se podrá cambiar de modo operativo mediante un pulsador luminoso.

El cambio de modo operativo sólo es efectivo con todos los accionamientos parados.

Las emergencias y seguridades estarán siempre operativas, con independencia del modo de operación seleccionado.



- **“Manual-Cabina”:** El mando de la Grúa sólo será posible realizarlo desde los mandos manuales habilitados en el Puesto de Mando de la Cabina, siendo ignoradas las órdenes efectuadas desde el Radio Mando. En este modo de operación todos los enclavamientos entre accionamientos estarán activos, incluidos los programados en el PLC. Asimismo, los enclavamientos de emergencia, de seguridad, y los de operación del propio mecanismo seguirán estando activos, así como todos los enclavamientos cableados.
- **“Manual-Radio”:** El mando de la Grúa sólo será posible realizarlo desde los mandos manuales habilitados en la consola del Radio Mando, siendo ignoradas las órdenes efectuadas desde la Cabina de Mando. Contempla los mismos enclavamientos descritos en el otro modo operativo.

### **2.3. Control:**

Todas las señales de mando (bien sean recibidas desde los elementos de seguridad en campo, desde el Puesto de Mando de la Cabina o desde el Radio Mando) serán procesadas por el único PLC que posee cada Grúa y este, a su vez, enviará las órdenes oportunas a los distintos accionamientos. Asimismo, el PLC realizará las funciones de monitorización de la operación y control de todas las señales cableadas al mismo, incluidas las de los elementos con seguridad cableada.

La filosofía de control será que todos los fallos puedan ser diagnosticados desde el PLC sin necesidad de comprobar el cableado en campo.

Las máquinas dispondrán de enclavamientos de control y operación a través de programación en el PLC. En caso de entrar en acción alguno de ellos, deberán ser indicados en el panel local HMI alojado en el Puesto de Mando de la Cabina.

En cada grúa, el operador podrá realizar las siguientes funciones desde el puesto de mando:

1. Seleccionar el modo de operación Cabina/Radio.
2. Seleccionar el modo de operación Grúa/Cargador Fijo.
3. Maniobrar el Cargador Fijo para carga del buque.
4. Visualizar señales, alarmas y otros datos de interés.
5. Resetear alarmas.

### **2.4. Tensiones:**

El equipo eléctrico funcionará con las siguientes tensiones:

1. Tensión de acometida alimentación = 3+TT x 400 Vca / 50 Hz.
2. Tensión fuerza accionamientos = 3 x 400 Vca / 50 Hz.

3. Tensiones de control (mando):  
230 Vca / 50 Hz (accionamientos, alumbrado y servicios auxiliares)  
24 Vcc (seguridades)
4. Tensión alimentación PLC = 230 Vca / 50 Hz
5. Tensión señales PLC = 24 Vcc.
6. Tensión de conexiones para mantenimiento = 230 Vca - 50 Hz.

### **2.5. Emergencias:**

El cableado de todas las seguridades de las Grúas –setas emergencia, finales carrera emergencia- está realizado de manera segura, es decir, si el circuito pierde continuidad el accionamiento se detendrá.

Los mecanismos de elevación y alcance disponen de finales de carrera de límite de operación y emergencia en ambas direcciones.

El mecanismo de giro sólo dispone de finales de carrera de límite de operación en ambas direcciones, carece de FC's de emergencia.

Tanto los FC's de límite de operación como los de emergencia están cableados de forma segura, de forma que el corte accidental del cable produce una parada del accionamiento.

El corte de cable de los FC's de límite de operación ocasionará la parada del accionamiento con rampa de deceleración, e impedirá la maniobra en la misma dirección; por el contrario, la misma incidencia en los FC's de emergencia supone la desconexión de todos los accionamientos de la Grúa sin rampa de deceleración, con corte simultáneo de fuerza a motores y frenos.

En caso de riesgo personal en trabajadores o riesgo mecánico de una Grúa, será posible realizar una parada total de emergencia de la misma (con independencia del modo operativo seleccionado en la Cabina de Mando), en la que se detendrán todos los accionamientos de la máquina, pulsando alguna de las siguientes 3 setas de emergencia cableadas al módulo/relé de seguridad 22K1, con indicación individual en el PLC:

1. Seta de emergencia en Puesto de Mando (145S1).
2. Seta de emergencia Sala Eléctrica (25S4), cableada al relé auxiliar 25K4 y montada en la puerta del Armario de Acometida/Protección (H1).
3. Seta de emergencia Radio Mando, dispuesta en el emisor. Esta seta sólo se activa cuando está seleccionado el modo operativo RADIO, en modo MANUAL-CABINA su función está anulada.

Cada Grúa dispone, además de las setas de emergencia anteriormente mencionadas, las siguientes emergencias cableadas al módulo/relé de seguridad 22K1, con indicación individual en el PLC:

4. Finales de carrera de emergencia elevación subir (+20º) (24S3) / bajar (-8º) (24S34), ambos ubicados en la cinta de evacuación y cableados a los respectivos relés auxiliares 24K3/24K4 en el Armario de Acometida/Protección (H1).
5. Finales de carrera de emergencia alcance máximo-adelante (24S1) / mínimo-atrás (24S2), cableados a los respectivos relés auxiliares 24K1/24K2 en el Armario de Acometida/Protección (H1).

Todas estas emergencias están cableadas directamente (sin intervención del PLC) al relé de seguridad 22K1, ubicado en el Armario de Acometida y Protección (H1). Cuando actúa alguna de las mencionadas emergencias (por actuación manual, alcance de recorrido o corte accidental del cable), el relé de seguridad se desconecta, disparando el contactor general de acometida de 400 Vca a todos los motores/frenos (23KM2) y el mando para todos los accionamientos, lo que conllevará que la Grúa quede en condición de “fuera de servicio” o inoperativa en todos los modos de operación.

Las setas de emergencia deben ser rearmadas “in situ” para volver a poner en servicio la máquina. Estas emergencias no se pueden puentear.

En caso de actuación de un final de carrera de emergencia, ha de realizarse una operación especial de BYPASS EMERGENCIA desde el Puesto de Mando.

No será posible el movimiento de un mecanismo en la misma dirección que originó la actuación del final de carrera de emergencia, sólo se podrá efectuar en el sentido opuesto de rearme de la emergencia.

La actuación de cualquiera de las mencionadas emergencias supondrá la inmediata parada de todos los motores; los accionamientos regulados (giro, elevación y alcance) se detendrán sin rampa de deceleración.

Otras condiciones que tienen influencia en la actuación del relé de seguridad 22K1 por cableado directo, elaboradas por software, son el fallo de comunicación de los esclavos PROFIBUS-DP de la Grúa, a través de la salida del PLC 112K2.

### **3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO ELÉCTRICO:**

#### **3.1. Armarios Sala Eléctrica:**

En el interior de la Sala Eléctrica de cada Grúa están alojados los siguientes armarios de control de baja tensión:

1. Armario de Acometida y Protección (H1). En su interior está montado y cableado el aparellaje de protección, fuerza y mando para la alimentación de fuerza y mando de los accionamientos, así como la protección general de distribución a los servicios auxiliares. En su puerta están alojados los equipos de medida (analizador de redes, voltímetro tensión acometida), así como una seta de emergencia.

2. Armario de Accionamientos (H2). En su interior está alojado y cableado el aparellaje de protección, fuerza y mando de los mecanismos de elevación, alcance y giro. En su techo está alojado el ventilador extractor.
3. Armario de PLC (H3). En su interior está alojado y cableado el PLC que controla la máquina, dispuesto en un único bastidor (sólo con Fuente de Alimentación y CPU), así como la Estación Remota de la Sala Eléctrica (con cabecera PROFIBUS-DP y tarjetas de señales), a la que van cableadas todas las señales provenientes de: Sala eléctrica, Cuadro de Señales de Radio Mando y señales de campo. Además, contiene el aparellaje de protección de toda la electrónica del PLC, Limitador de Carga, relés de interfase y regleteros de interconexión de señales entre PLC/Armarios y periféricos de campo. En su puerta están alojados pilotos de señalización de avería de los mecanismos de elevación, alcance y giro. Los citados Armarios H1 a H3 están unidos en un solo bastidor.
4. Armario de Servicios Auxiliares y Remota Cabina de Mando (H5). En su interior está alojado y cableado, en dos cubículos separados, el aparellaje de protección y alimentación de los Servicios Auxiliares (alumbrado accesos/proyectores, aire acondicionado, enchufes, etc.), así como la Estación Remota de la Cabina de Mando (con cabecera PROFIBUS-DP y tarjetas de señales), a la que van cableadas todas las señales provenientes de los controles y señalización de los Puestos de Mando de la Cabina. Además, contiene el aparellaje de protección de toda la electrónica de la Remota, relés de interfase y regleteros de interconexión de señales entre Armario y Cabina. En su puerta superior está alojado el display del anemómetro y los selectores de alumbrado.
5. Cuadro de señales de Radio Mando (H4), con pasarela CANOPEN <-> PROFIBUS-DP. Está ubicado en un lateral del Armario H1 dentro de la Sala Eléctrica. En su interior está alojada la electrónica para la recepción de las señales vía radio del emisor del Radio Mando, cuyas señales van cableadas a la Estación Remota del PLC por medio de relé de interfase, con la única excepción de los joysticks, señales que se transmiten al control a través de pasarela.

Las resistencias de frenado de los accionamientos regulados (elevación, alcance, giro) están montadas, debido a sus dimensiones y disipación, en el exterior de los Armarios y dentro de la Sala Eléctrica (al lado del Armario H3), y están fijadas a la pared de la misma por soportes robustos. La Sala Eléctrica dispone de alumbrado ordinario.

6. Los elementos de mando y señalización de la Cabina de Mando están dispuestos en dos pupitres, denominados respectivamente Pupitre Derecho y Pupitre Izquierdo, uno a cada lado de la silla del Operador. En soporte giratorio y abatible, solidario con ambos pupitres, está dispuesto el Panel Local o HMI (panel de visualización).

Se dispone de un potente equipo de aire acondicionado con unidad de control y ajuste termostático programable para acondicionar la Cabina de Mando.

A continuación se muestran unas imágenes de la localización de los equipos eléctricos en las Salas Eléctricas de cada una de las Grúas, aunque para un mayor detalle se pueden consultar los planos correspondientes del proyecto:



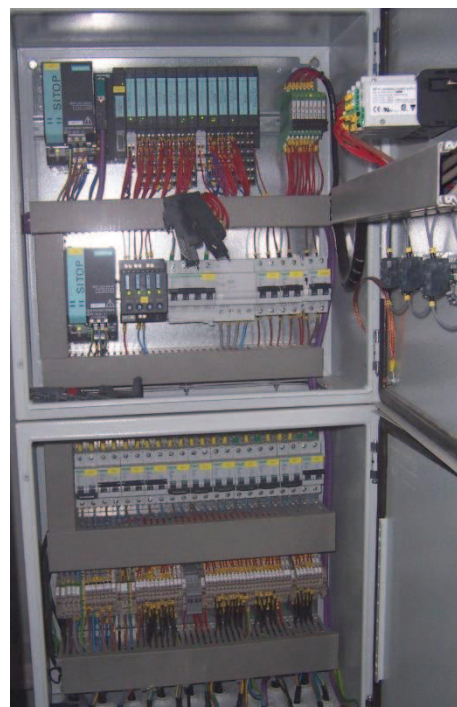
**Ilustración 5. Armario H1 (Acometida y Protección)**



**Ilustración 6. Armario H2 (Accionamientos)**



**Ilustración 7. Armario H3 (PLC y Remota Sala Eléctrica)**



**Ilustración 8. Armario H5 (Servicios Auxiliares y Remota Cabina de Mando)**





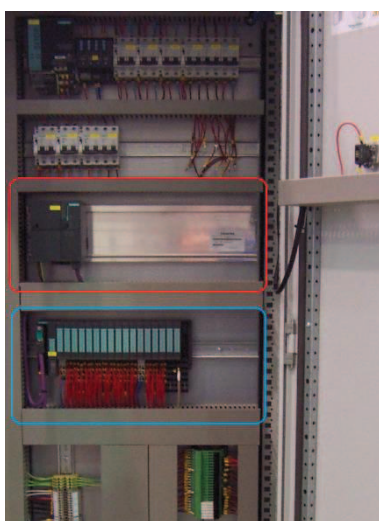
Ilustración 9. Cuadro de señales Radio Mando (H4)

### **3.2. Descripción PLC:**

Cada una de las Grúas es controlada por un autómata S7-300, el cual va comunicado por bus PROFIBUS-DP a dos Estaciones Remotas, a las que van cableadas las señales de: Sala Eléctrica, Radio Mando, campo y Pupitres de Mando.

El automatismo de control está en conjunto alojado en el interior del Armario H3 de la Sala Eléctrica, y consta de:

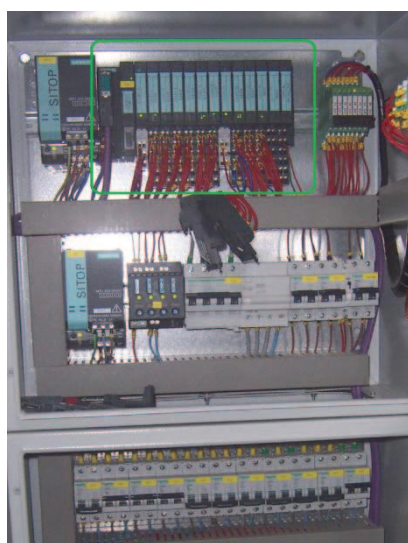
- 1) Autómata Central, que contiene el programa que gobierna la Grúa, y que consta de los siguientes bastidores y tarjetas alojados en su interior:
  - 1.1) Bastidor Central 90A1 con CPU tipo 315-2DP (con puerto PROFIBUS-DP Master integrado).
  - 1.2) Bastidor Descentralizado 91A1 con una Unidad Descentralizada (denominada Estación Remota Sala Eléctrica) tipo ET200S 151-1 Standard (con puerto PROFIBUS-DP Slave integrado, dirección de esclavo 2), con 10 tarjetas de 8 entradas digitales/cu a 24 Vcc (91A1-3 a 91A1-12) (tipo 6AG1131-4BF00-0AA0 SIPLUS), 8 tarjetas de 8 salidas digitales/cu a 24 Vcc/0,5 A (91A1-14 a 91A1-17) (tipo 6AG1132-4BF00-0AA0 SIPLUS) y una tarjeta de 2 entradas analógicas, 2 hilos, 4-20 mA (91A1-18) (tipo 6AG1134-4GB01-2AB0 SIPLUS). A estas tarjetas van cableadas todas las señales procedentes de los Armarios de la Sala Eléctrica y de campo, así como las del armario de señales del Radio Mando.



**Ilustración 10. Armario H3 (Ubicación bastidores 90A1 y 91A1)**

En el cubículo superior del Armario H5 de Servicios Auxiliares está alojada la otra Estación Remota, la cual consta de:

- 1.3) **Bastidor Descentralizado 134A1** con una Unidad Descentralizada (denominada Estación Remota Cabina de Mando) tipo ET200S 151-1 Standard (con puerto PROFIBUS-DP Slave integrado, dirección de esclavo 7), con 8 tarjetas de 8 entradas digitales/cu a 24 Vcc (134A1-3 a 134A1-10) (tipo 6AG1131-4BF00-0AA0 SIPLUS), 4 tarjetas de 8 salidas digitales/cu a 24 Vcc/0,5 A (134A1-12 a 134A1-15) (tipo 6AG1132-4BF00-0AA0 SIPLUS) y una tarjeta de 2 entradas analógicas, 2 hilos, 4-20 mA (134A1-16) (tipo 6AG1134-4GB01-2AB0 SIPLUS). A estas tarjetas van cableadas todas las señales procedentes de los Pupitres de la Cabina de Mando, así como los comandos al Cargador Fijo.



**Ilustración 11. Armario H5 (Ubicación bastidor 134A1)**

### **3.3. Descripción red de comunicación Profibus-DP:**

En la actualidad, la eficacia de los sistemas de control no depende únicamente de los equipos de automatización, sino también, y en medida decisiva, del entorno. Además de la visualización de las instalaciones, la operación y la observación, esto exige ante todo la disponibilidad de un sistema de comunicaciones eficiente.

En la automatización de la fabricación y los procesos se utilizan cada vez más sistemas de automatización descentralizados.

Esto significa que una tarea de control compleja se divide en subtarefas racionales de menor envergadura, con sistemas de control descentralizados. En consecuencia existe una gran demanda de comunicación entre los sistemas descentralizados. Este tipo de estructuras presenta, entre otras, las siguientes ventajas:

- Es posible la puesta en servicio independiente y simultánea de partes concretas de la instalación.
- Programas más pequeños y sencillos.
- Procesamiento paralelo por sistemas de automatización repartidos.  
De ello resultan:
  - Tiempos de reacción más cortos
  - Menor sollicitación de las distintas unidades de procesamiento.
- Estructuras supervisoras pueden asumir funciones adicionales de diagnosis y protocolización.
- Aumenta la disponibilidad de la instalación, ya que en caso de fallar una subestación puede seguir trabajando el resto del sistema global.

La estructura descentralizada de las instalaciones exige un sistema de comunicación eficiente y completo.

Con SIMATIC NET (sistema utilizado en nuestras grúas), Siemens ofrece para la automatización de la fabricación y los procesos un método de comunicación abierto, independiente de los fabricantes, con redes locales de potencia escalonada (Local Area Network = LAN) y destinado al uso en el ámbito industrial. El sistema de comunicación SIMATIC NET está basado en estándares nacionales e internacionales de conformidad con el modelo de referencia ISO/OSI.

La base del sistema de comunicación la constituyen LANs que, según las condiciones generales, pueden ser:

- puramente eléctricas.
- puramente ópticas.
- una combinación de eléctricas/ópticas.



Dentro del sistema de comunicación abierto SIMATIC NET, independiente de los fabricantes, PROFIBUS es la red destinada al ámbito celular y de campo, con aplicación prioritaria en el entorno industrial.

La red PROFIBUS cumple la norma PROFIBUS EN 50170 (1996). Esto significa que todos los productos se ajustan a dicha norma. En el caso de SIMATIC S7 (programa de automatización que gobierna nuestras grúas), los componentes PROFIBUS de SIMATIC NET pueden utilizarse también para la creación de una subred SIMATIC MPI (MPI = Multipoint Interface).

Pueden conectarse los siguientes sistemas:

- Sistemas de automatización SIMATIC S5/S7/M7 (el SIMATIC S7 es el empleado en la automatización de nuestras grúas)
- Sistema periférico descentralizado ET 200 (utilizado en nuestras grúas)
- SIMATIC PG/PC
- Terminales y sistemas de operación y observación SIMATIC
- SICOMP-IPCs
- Controles CNC SINUMERIK
- Sensor SIMODRIVE
- SIMOVERT Master Drives
- Sistema de regulación digital SIMADYN D
- SIMOREG
- Inversores de potencia/posicionadores SIPOS
- Reguladores industriales/de procesos SIPART
- Sistemas de identificación MOBY
- Aparatos de maniobra de baja tensión SIMOCODE
- Interruptores de potencia
- Estación compacta de automatización SICLIMAT COMPAS
- Sistema de control de procesos TELEPERM M
- Aparatos ajenos con conexión PROFIBUS

Las redes PROFIBUS pueden ejecutarse tanto a base de:

- cables bifilares trenzados, apantallados (impedancia característica 150 W)
- como de fibras ópticas de vidrio y plástico

Las distintas redes de comunicación pueden aplicarse tanto en forma independiente como, si se requiere, combinadas entre sí.

Tal como se mencionó en la descripción del PLC de control, en cada Grúa existe una red de comunicación PROFIBUS-DP que consta de los siguientes nodos:

- 1) CPU (90A1-2) -maestro de la red- (ON).
- 2) Los esclavos de este bus son:
  - 2.1) ET200S Estación Remota Sala Eléctrica (91A1-1) -esclavo 2- (OFF),
  - 2.2) Variador de frecuencia Elevación (40A1) -esclavo 3- (OFF),
  - 2.3) Variador de frecuencia Alcance (50A1) -esclavo 4- (OFF),
  - 2.4) Variador de frecuencia Giro (60A1) -esclavo 5- (OFF),
  - 2.5) Armario Receptor Radio Mando (80A1) -esclavo 6- (OFF),
  - 2.6) ET200S Estación Remota Cabina de Mando (134A1-1) -esclavo 7- (OFF),
  - 2.7) Panel Local Cabina de Mando (130A2) -esclavo 8- (ON).

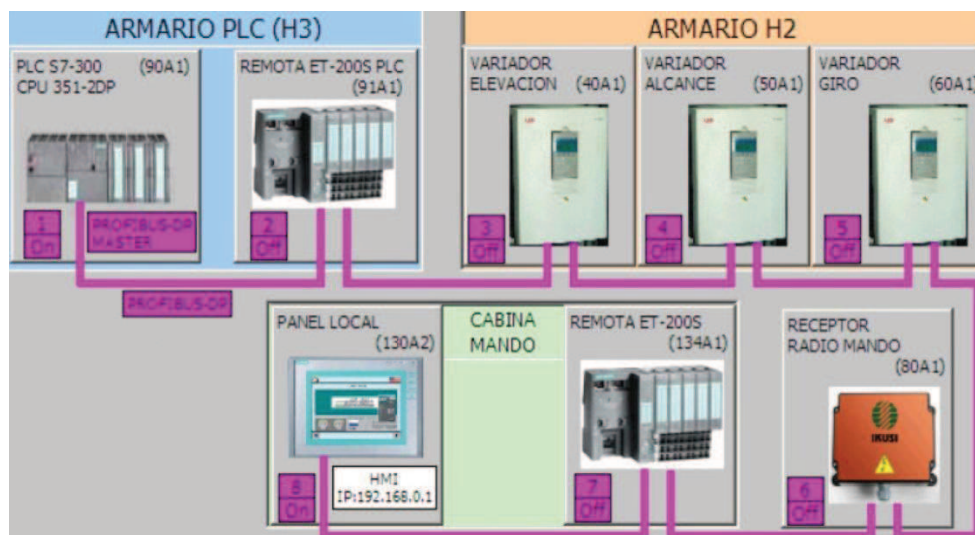
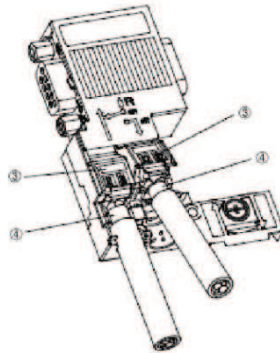


Ilustración 12. Red de comunicación Profibus

Cada nodo PROFIBUS tiene un conector macho DB-9 para enchufar en el interface -ver ilustración 13-. Este conector dispone de un selector rojo frontal para insertar una resistencia de cierre en caso necesario (sólo debe hacerse en cada extremo del bus, en este caso particular en CPU y Panel Local Visualización). Cuando el conector se pone en posición ON, la resistencia de cierre está intercalada. Si está en posición OFF, la resistencia no cierra el bus.



**Ilustración 13. Conector Profibus-DP**

En cada nodo se muestra, debajo del número del mismo, la posición de la resistencia de cierre del conector PROFIBUS respectivo –ver ilustración 12-.

Todos los esclavos están físicamente unidos por un cable especial de dos pares apantallado, de color violeta con cubierta plástica reforzada, el cual tiene características especiales para ambientes EMC.

### **3.4. Puestos de mando:**

En los Puestos de Mando de cada Grúa se dispone de los siguientes elementos de mando, control y señalización dispuestos ergonómicamente:

#### **1) PUPITRE DERECHO:**

1.1) SETA DE EMERGENCIA (145S1).

1.2) Selector luminoso ámbar de dos posiciones fijas BYPASS FC EMERGENCIA ELEVACIÓN (145S2/145H1). El piloto indicará de forma intermitente que está actuado el citado FC emergencia. Cuando se conmuta el selector, indicará de forma fija que está activa la función de puenteo del FC y será posible poner en servicio la Grúa para mover la elevación a la zona de trabajo.

1.3) Selector luminoso ámbar de dos posiciones fijas BYPASS FC EMERGENCIA ALCANCE (145S3/145H2). El piloto indicará de forma intermitente que está actuado el citado FC emergencia. Cuando se conmuta el selector, indicará de forma fija que está activa la función de puenteo del FC y será posible poner en servicio la Grúa para mover el alcance a la zona de trabajo.

1.4) Selector de dos posiciones fijas MODO CARGA A GRANEL (145S4). Posición a la derecha: seleccionado modo CARGA A GRANEL; posición a la izquierda: seleccionado modo CARGA NORMAL.

- 1.5) Pulsador negro para PRUEBA LÁMPARAS (145S5).
- 1.6) Piloto luminoso rojo para indicación de AVERÍA GIRO (150H1). Fijo: avería, apagado: sin avería.
- 1.7) Piloto luminoso rojo para indicación de AVERÍA ELEVACIÓN (150H2). Fijo: avería, apagado: sin avería.
- 1.8) Piloto luminoso rojo para indicación de AVERÍA ALCANCE (150H3). Fijo: avería, apagado: sin avería.
- 1.9) Piloto luminoso rojo para indicación de FALLO COMUNICACIÓN PROFIBUS (150H4). Indicará de forma intermitente que existe algún fallo de comunicación que no afecta a la puesta en servicio de la Grúa; la indicación fija establecerá que no será posible poner en servicio la Grúa.
- 1.10) Pulsador luminoso verde para MARCHA SECUENCIAL CARGADOR FIJO (147S1/147H1). El piloto indicará si se ha transmitido la orden de “marcha secuencial” al Cargador Fijo (intermitente) y se ha puesto en marcha la secuencia de carga (fijo). El pulsador permitirá ejecutar el arranque secuencial de la operación de carga, y solo es activo con la selección del modo CARGADOR FIJO, cuando la cinta de evacuación está posicionada entre las posiciones de +8 y -8º de inclinación.
- 1.11) Pulsador luminoso rojo para PARADA SECUENCIAL CARGADOR FIJO (147S2/147H2). El piloto indicará si se ha transmitido la orden de “parada secuencial” al Cargador Fijo (intermitente) y se ha parado la secuencia de carga (fijo). El pulsador permitirá ejecutar la parada secuencial de la operación de carga, y solo es activo con la selección del modo CARGADOR FIJO. Cuando la cinta de evacuación NO se encuentre posicionada entre las posiciones de +8 y -8º de inclinación, el piloto indicará de forma fija que no será posible efectuar la secuencia de carga.
- 1.12) Joystick simple para maniobrar la ELEVACION (141S1).
- 1.13) Zumbador de SEÑALIZACIÓN ACÚSTICA ALARMAS (132H1).



Ilustración 14. Disposición elementos pupitre derecho

## 2) PUPITRE IZQUIERDO:

- 2.1) Selector de dos posiciones fijas MODO FUNCIONAMIENTO CARGADOR/GRÚA (145S1). Posición a la izquierda: seleccionado modo GRÚA; posición a la derecha: seleccionado modo CARGADOR FIJO.
- 2.2) Piloto luminoso rojo para indicación de SOBRECARGA detectada por el limitador de carga (151H2). El piloto indicará si el peso es superior a 8 Tn (intermitente) o superior a 11,5 Tn (fijo).
- 2.3) Pulsador luminoso verde para indicación de GANCHO FUNCIÓN CARGADOR (151H3). El piloto indicará si está seleccionada la operación del CARGADOR FIJO y la cinta de evacuación está enganchada -encendido-, o estando seleccionada la operación de la GRÚA, la cinta está enganchada (intermitente), o por último, la cinta de evacuación está desenganchada (apagado).
- 2.4) Piloto luminoso ámbar para indicación de alarmas de VELOCIDAD VIENTO: aviso (>72 Km/h) -intermitente- o alarma (>97 Km/h) -fija- (151H1).

- 2.5) Pulsador verde para SUBIR TELESCÓPICO (146S2). Es activo con la selección de uno de los modos GRÚA/CARGADOR FIJO.
- 2.6) Pulsador verde para BAJAR TELESCÓPICO (146S3). Es activo con la selección de uno de los modos GRÚA/CARGADOR FIJO.
- 2.7) Pulsador azul para RESET ALARMAS (146S8).
- 2.8) Pulsador verde para PUESTA EN SERVICIO CARGADOR FIJO (146S4). Sirve para dar orden de cierre al contactor general del Cargador Fijo. Solo es activo con la selección del modo CARGADOR FIJO.
- 2.9) Pulsador luminoso verde para PUESTA EN SERVICIO GRÚA (146S5/146H1). El piloto indicará si la Grúa está fuera de servicio (apagado) o está en servicio (encendido). El pulsador permitirá poner la Grúa en servicio (conexión contactor general) si no existe alguna anomalía que lo impida.
- 2.10) Pulsador luminoso rojo para PARADA GRÚA (146S6/146H2). El piloto indicará si la Grúa está en fuera de servicio, sin anomalías (fijo) o tiene alguna anomalía que impide su arranque (intermitente).
- 2.11) Pulsador luminoso azul para selección de modo CABINA/RADIO MANDO (146S7/146H3). El piloto indicará si está seleccionado el modo MANUAL/CABINA (apagado) o el modo MANUAL/RADIO (encendido). La selección de uno u otro modo se efectúa actuando sobre este pulsador: pulsando una vez, se selecciona uno de los modos; volviendo a pulsar, se selecciona el otro modo.
- 2.12) Joystick combinado para maniobra de GIRO y ALCANCE (142S1).
- 2.13) Selector para limpiaparabrisas y lavado de cristales de la ventana de la Cabina de Mando (34S3).



Ilustración 15. Disposición elementos pupitre izquierdo

### 3) CONSOLA RADIO MANDO:

3.1) SETA DE EMERGENCIA.

3.2) Selector 0-I puesta en servicio Consola. Posición 0 (desactivada), posición I (activada), solo si dispone de batería de respaldo.

3.3) Piloto verde para señalización del estado de la Consola: desactivada/fuera de servicio (apagado) o activada/operativa (encendido).

3.4) Pulsador PUESTA EN SERVICIO GRÚA.

3.5) Selector de dos posiciones fijas MODO FUNCIONAMIENTO CARGADOR/GRÚA. Posición arriba: seleccionado modo CARGADOR; posición abajo: seleccionado modo GRÚA.

3.6) Selector de dos posiciones fijas MODO CARGA A GRANEL/NORMAL. Posición arriba: seleccionado modo CARGA A GRANEL; posición abajo: seleccionado modo CARGA NORMAL.



- 3.7) Selector de dos posiciones con vuelta a cero BAJAR/SUBIR TELESCÓPICO. Posición arriba: orden BAJAR TELESCÓPICO; posición abajo: orden SUBIR TELESCÓPICO. La maniobra de SUBIR/BAJAR se mantendrá en tanto no se suelte el selector. Ambos son activos con la selección de uno de los modos GRÚA/CARGADOR FIJO.
- 3.8) Pulsador de RESET ALARMAS.
- 3.9) Pulsador de MARCHA CARGADOR FIJO. Sirve para dar orden de cierre al contactor general del Cargador Fijo. Solo es activo con la selección del modo CARGADOR FIJO.
- 3.10) Pulsador de PARO CARGADOR FIJO. Sirve para dar orden de apertura al contactor general del Cargador Fijo. Solo es activo con la selección del modo CARGADOR FIJO.
- 3.11) Pulsador de MARCHA SECUENCIA CARGA. Sirve para dar orden al Cargador Fijo de arranque de la secuencia de carga. Solo es activo con la selección del modo CARGADOR FIJO.
- 3.12) Pulsador de PARO SECUENCIA CARGA. Sirve para dar orden al Cargador Fijo de parada de la secuencia de carga. Solo es activo con la selección del modo CARGADOR FIJO.
- 3.13) Pulsador de VISUALIZACIÓN AVERÍAS. Permite visualizar en el display de la consola las averías presentes en la Grúa.
- 3.14) Joystick simple para maniobra de la ELEVACIÓN. Movimiento arriba: BAJAR; movimiento abajo: SUBIR. Dispone de cuatro puntos de velocidad en cada dirección de maniobra.
- 3.15) Joystick combinado para maniobra del ALCANCE y GIRO. Movimiento arriba: AUMENTAR/ADELANTE ALCANCE; movimiento abajo: DISMINUIR/ATRÁS ALCANCE; movimiento a derecha: GIRO DERECHA, movimiento a izquierda: GIRO IZQUIERDA. Dispone de cuatro puntos de velocidad en cada dirección de maniobra/movimiento, y permite simultanear ambos movimientos.





Ilustración 16. Radio Mando. Disposición elementos Consola



Ilustración 17. Radio Mando. Disposición elementos lateral Consola

#### **4. DESCRIPCIÓN DE MECANISMOS:**

##### **4.1. Elevación gancho/cinta evacuación:**

###### **4.1.1. Descripción mecánica:**

Cada grúa dispone de un mecanismo de elevación/descenso del gancho y cinta de evacuación del Cargador Fijo -cinta enganchada-, el cual es accionado por un cabrestante de cable de 8 mm de diámetro enrollado en un tambor de 350 mm de diámetro y 560 mm de longitud, en 46 pasos de 10 mm.

El recorrido de desplazamiento del mecanismo es de 15 m (hasta muelle), con un recorrido total de 25 m.

El mecanismo está accionado por un motor eléctrico de jaula de ardilla de 30 KW y 4 polos con acoplamiento con disco de freno y reductor, siendo accionado por un variador de frecuencia. La aceleración y deceleración serán suaves con rampas ajustables.

Las velocidades ajustadas son las siguientes:

- Máxima de 20 m/min. (50 Hz) -en vacío- y mínima de 2 m/min (5 Hz) -bypass FC's emergencia-.
- Máxima de 16 m/min -peso superior a 8 Tn e inferior a 11,5 Tn-.
- Máxima de 10 m/min -peso superior a 11,5 Tn-.

El freno es electro-hidráulico, accionado por muelle y frena a falta de corriente. Está controlado (vía PLC) por el comando de apertura del propio variador recibido a través de comunicación PROFIBUS. En funcionamiento normal el freno deberá abrirse cuando el variador -al recibir por comunicación PROFIBUS un comando de elevación/descenso- detecte que el motor tiene suficiente par para sujetar la carga. No lleva incorporado un contacto de apertura; sin embargo, si al cabo de un intervalo de tiempo (aprox. 500ms-2s) de recibir un comando no se detecta contactor de freno abierto, se cortará corriente al motor y al freno, provocando el consiguiente aviso/alarma. La aceleración y deceleración de la elevación la efectuará el motor en funcionamiento normal, cayendo el freno una vez el accionamiento se ha parado. En caso de parada de emergencia, la deceleración la realizará el freno, que limitará el tiempo de parada.

Los límites de recorrido de operación y emergencia son establecidos por finales de carrera, estando los primeros localizados en el árbol de levas del tambor y los segundos en la cinta de evacuación.

#### 4.1.2. Descripción eléctrica:

El equipo eléctrico para protección y control del mecanismo de elevación del gancho y cinta de evacuación del Cargador Fijo está montado y cableado en el interior del Armario H2 de la Sala Eléctrica.

Consiste en un convertidor de frecuencia ACS800 de ABB (40A1) que mueve un motor (40M1) -fabricado por ABB, tipo M2AA200MLA 4- suministrado con una resistencia de caldeo de 100 W (40R1) y tres sondas PTC en serie (40B1, 40B2, 40B3) para disparo de temperatura, con las siguientes características de placa:

Tensión: 400 Vca $\Delta$	Corriente: 57,2 A	Potencia: 30 KW
Frecuencia: 50 Hz	cos $\phi$ : 0,83	Velocidad: 1475 rpm

El freno eléctrico (41Y1) -fabricado por ANTEC- tiene las siguientes características de placa:

Tensión: 400 Vca Y	Corriente: 0,6 A	Frecuencia: 50 Hz
--------------------	------------------	-------------------

En el interior del Armario H2 está montado y cableado el siguiente aparellaje de protección, mando y control:

- 1) Convertidor de frecuencia (40A1), con Software de Grúa y dotado de electrónica de control montada en el bastidor, con las siguientes tarjetas:
  - 1.1) Tarjeta de control, cuyo terminal de conexiones –X22: 8,11- tiene exclusivamente cableada la parada de emergencia procedente del armario de protección, por medio del relé auxiliar 22K2. Esto provocará la desconexión inmediata (por cableado directo y sin rampa de deceleración) del accionamiento de elevación.
  - 1.2) Tarjeta de comunicación PROFIBUS-DP, RPBA-01, montada en el slot 1 de la tarjeta de control. Esta tarjeta dispone de cuatro leds para diagnóstico del estado de comunicación PROFIBUS-DP entre el maestro PROFIBUS DP (PLC) y el convertidor de frecuencia (en adelante VDF). Todos los comandos (marcha/paro, parada eléctrica, acuse alarmas, consignas velocidad) y lectura de estados/alarmas son respectivamente escritos y leídos a través de la tarjeta de comunicación RPBA-01.
- 2) Reactancia de salida (40L2), conectada entre la salida del VDF y el motor, para evitar los perniciosos efectos de los armónicos e interferencias eléctricas en el comportamiento del motor.
- 3) Chopper de frenado (montado internamente en el variador) y resistencia de frenado (40R2), esta última montada en el exterior del Armario H2. La unidad de frenado está conectada a la salida DC del circuito intermedio del VDF. La resistencia de frenado está conectada a la unidad de frenado y dispone en su interior de un termostato (40B4) que vigila la temperatura de esta resistencia. Estos dos elementos evitan la disipación de energía en el motor durante el frenado, siendo derivada esta energía a la resistencia a través de la unidad de frenado.

- 4) Interruptor magnetotérmico tripolar –distribución, en ejecución de caja moldeada, para alimentación de acometida del VDF, In=90 A, reg. 70-100 A- (40Q1), con contacto auxiliar cableado a PLC.
- 5) Interruptor automático bipolar (40Q2), para alimentación a 24 Vdc de la tarjeta de control del VDF y del adaptador RPBA-01, a través del bloque terminales –X34: 2,3, con contacto auxiliar cableado a PLC.
- 6) Interruptor magnetotérmico tripolar –protección de freno- (41Q1), con contacto auxiliar cableado a PLC y regulación ajustable entre 1 a 1,6 A.
- 7) Interruptor automático bipolar (45Q1), con contacto auxiliar cableado a PLC, para protección del siguiente aparellaje para mando de la elevación, alimentado a 230 Vca:

7.1) Relé de sonda PTC –disparo- (45KA1), con contacto auxiliar cableado a PLC.

7.2) Contactor freno (45KM1), controlado a través del relé de salida 113K5 del PLC, con contacto auxiliar cableado a PLC (confirmación de marcha).

En la puerta del Armario H3 (PLC) está montado y cableado el siguiente aparellaje de señalización de la elevación:

- 8) Piloto luminoso (26H1, ámbar) para indicación de alarma de la elevación, controlado a través del relé de salida 114K3 del PLC.

La elevación dispone de los siguientes periféricos y elementos de campo cableados a PLC (alimentados a la tensión de control de 24 Vcc):

- 9) Finales carrera emergencia (24S3 –subir-, 24S4 –bajar-) a través de los respectivos relés auxiliares 24K3 y 24K4. Son de lógica NC –la rotura del cable conlleva una desconexión segura de Grúa y accionamiento- y se encuentran ubicados en la cinta de evacuación.

La actuación de los periféricos citados arriba supone la desconexión de fuerza y mando a todos los motores –por cableado directo, sin intervención del Control-, con la consiguiente parada inmediata de todos los accionamientos, lo que supone llevar a la Grúa a la condición de “fuera de servicio”.

Se dispone, además, de los siguientes periféricos y elementos de campo cableados a PLC (alimentados a la tensión de control de 24 Vcc):

- 10) Final de carrera de límite de recorrido de elevación (103S1), de 2 contactos y lógica NC, de tipo rotativo de leva acoplada al tambor de la elevación mediante cadena y piñón reductor, donde están ajustados los siguientes límites de recorrido (entre paréntesis se identifica el contacto):

10.1) Límite de operación subir <+20º> (103S1-1).

10.2) Límite de operación bajar <-8º> (103S1-2).

- 11) Final de carrera límite arriba de permisivo de arranque del Cargador Fijo <+8º> (103S2), de roldana y lógica NC. Su actuación provocará, en caso de estar en marcha, la parada de la secuencia de carga, e impedirá su arranque en tanto la cinta de evacuación no se encuentre entre este límite y -8º (103S1-2).
- 12) Final de carrera de cinta evacuación enganchada (107S3), de roldana y lógica NA. La detección de cinta enganchada limitará el recorrido de giro de la cinta de evacuación dentro de la zona de trabajo del barco. Esta señal condicionará el permiso de arranque de la secuencia de carga, así como las maniobras de: marcha/paro contactor general Cargador Fijo y subir/bajar telescópico.

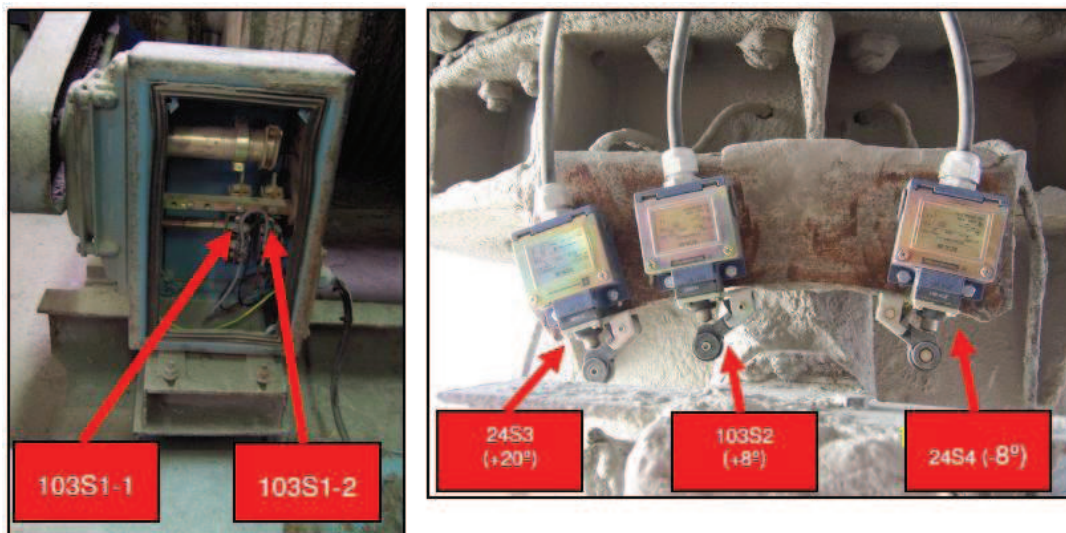


Ilustración 18. Finales carrera elevación. De izquierda a derecha: (103S1-1,103S1-2) –leva-; (24S3, 24S4) – emergencia-; (103S2) -cinta evacuación-

## **4.2. Alcance:**

### **4.2.1. Descripción mecánica:**

Cada grúa dispone de un mecanismo de alcance/brazo, accionado por un cabrestante de cable de 8 mm de diámetro enrollado en un tambor de 600 mm de diámetro y 1000 mm de longitud, en 36 pasos de 20 mm.

Los recorridos de desplazamiento del brazo son: 6 m (atrás/mínimo) y 15 m (adelante/máximo).

El mecanismo está accionado por un motor eléctrico de jaula de ardilla de 30 KW y 4 polos con acoplamiento con disco de freno y reductor, siendo accionado por un variador de frecuencia. La aceleración y deceleración serán suaves con rampas ajustables.

Las velocidades máximas y mínimas ajustadas son las siguientes:

- Máxima de 6 m/min. (50 Hz),
- Mínima de 0,6 m/min (5 Hz) –bypass FC's emergencia-.



El freno es electro-hidráulico, es accionado por muelle y frena a falta de corriente. Está controlado (vía PLC) por el comando de apertura del propio variador recibido a través de comunicación PROFIBUS. En funcionamiento normal el freno deberá abrirse cuando el variador –al recibir por comunicación PROFIBUS un comando de adelante/atrás- detecte que el motor tiene suficiente par para sujetar la carga. No lleva incorporado un contacto de apertura; sin embargo, si al cabo de un intervalo de tiempo (aprox. 500 ms-2s) de recibir un comando no se detecta contactor de freno abierto, se cortará corriente al motor y al freno, provocando el consiguiente aviso/alarma. La aceleración y deceleración del alcance la efectuará el motor en funcionamiento normal, cayendo el freno una vez el accionamiento se ha parado. En caso de parada de emergencia, la deceleración la realizará el freno, que limitará el tiempo de parada.

Los límites de recorrido de operación y emergencia son establecidos por finales de carrera, estando los primeros localizados en el árbol de levas del tambor y los segundos en el brazo.

#### 4.2.2. Descripción eléctrica:

El equipo eléctrico para protección y control del mecanismo de elevación del gancho y cinta de evacuación del Cargador Fijo está montado y cableado en el interior del Armario H2 de la Sala Eléctrica.

Consiste en un convertidor de frecuencia ACS800 de ABB (50A1) que mueve un motor (50M1) -fabricado por ABB, tipo M2AA200MLA 4- suministrado con una resistencia de caldeo de 100 W (50R1) y tres sondas PTC en serie (50B1, 50B2, 50B3) para disparo de temperatura, con las siguientes características de placa:

Tensión: 400 Vca $\Delta$	Corriente: 57,2 A	Potencia: 30 KW
Frecuencia: 50 Hz	cos $\varphi$ : 0,83	Velocidad: 1475 rpm

El freno eléctrico (51Y1) -fabricado por ANTEC- tiene las siguientes características de placa:

Tensión: 400 Vca Y	Corriente: 0,6 A	Frecuencia: 50 Hz
--------------------	------------------	-------------------

En el interior del Armario H2 está montado y cableado el siguiente aparellaje de protección, mando y control:

- 1) Convertidor de frecuencia (50A1), con Software de Grúa y dotado de electrónica de control montada en el bastidor, con las siguientes tarjetas:
  - 1.1) Tarjeta de control, cuyo terminal de conexiones –X22: 8,11- tiene exclusivamente cableada la parada de emergencia procedente del armario de protección, por medio del relé auxiliar 22K2. Esto provocará la desconexión inmediata (por cableado directo y sin rampa de deceleración) del accionamiento de elevación.
  - 1.2) Tarjeta de comunicación PROFIBUS-DP, RPBA-01, montada en el slot 1 de la tarjeta de control. Esta tarjeta dispone de cuatro leds para diagnóstico

del estado de comunicación PROFIBUS-DP entre el maestro PROFIBUS DP (PLC) y el convertidor de frecuencia (en adelante VDF). Todos los comandos (marcha/paro, parada eléctrica, acuse alarmas, consignas velocidad) y lectura de estados/alarmas son respectivamente escritos y leídos a través de la tarjeta de comunicación RPBA-01.

- 2) Reactancia de salida (50L2), conectada entre la salida del VDF y el motor, para evitar los perniciosos efectos de los armónicos e interferencias eléctricas en el comportamiento del motor.
- 3) Chopper de frenado (montado internamente en el variador) y resistencia de frenado (50R2), esta última montada en el exterior del Armario H2. La unidad de frenado está conectada a la salida DC del circuito intermedio del VDF. La resistencia de frenado está conectada a la unidad de frenado y dispone en su interior de un termostato (50B4) que vigila la temperatura de esta resistencia. Estos dos elementos evitan la disipación de energía en el motor durante el frenado, siendo derivada esta energía a la resistencia a través de la unidad de frenado.
- 4) Interruptor magnetotérmico tripolar –distribución, en ejecución de caja moldeada, para alimentación de acometida del VDF,  $I_n=90\text{ A}$ - (50Q1), con contacto auxiliar cableado a PLC.
- 5) Interruptor automático bipolar (50Q2), para alimentación a 24 Vdc de la tarjeta de control del VDF y del adaptador RPBA-01, a través del bloque terminales –X34: 2,3, con contacto auxiliar cableado a PLC.
- 6) Interruptor magnetotérmico tripolar –protección de freno- (51Q1), con contacto auxiliar cableado a PLC y regulación ajustable entre 1 a 1,6 A.
- 7) Interruptor automático bipolar (55Q1), con contacto auxiliar cableado a PLC, para protección del siguiente aparellaje para mando del alcance, alimentado a 230 Vca:

7.1) Relé de sonda PTC –disparo- (55KA1), con contacto auxiliar cableado a PLC.

7.2) Contactor freno (55KM1), controlado a través del relé de salida 113K7 del PLC, con contacto auxiliar cableado a PLC –confirmación de marcha-.

En la puerta del Armario H3 (PLC) está montado y cableado el siguiente aparellaje de señalización del alcance:

- 8) Piloto luminoso (26H2, ámbar) para indicación de alarma del alcance, controlado a través del relé de salida 114K4 del PLC.

El alcance dispone de los siguientes periféricos y elementos de campo cableados a PLC (alimentados a la tensión de control de 24 Vcc):

- 9) Finales carrera emergencia (24S1 –adelante-, 24S2 –atrás-) a través de los respectivos relés auxiliares 24K1 y 24K2. Son de lógica NC –la rotura del cable

conllea una desconexión segura de Grúa y accionamiento- y se encuentran ubicados en el brazo, detrás de la Cabina de Mando.

La actuación de los periféricos citados arriba supone la desconexión de fuerza y mando a todos los motores –por cableado directo, sin intervención del Control-, con la consiguiente parada inmediata de todos los accionamientos, lo que conllea llevar a la Grúa a la condición de “fuera de servicio”.

Se dispone, además, de los siguientes periféricos y elementos de campo cableados a PLC (alimentados a la tensión de control de 24 Vcc):

- 10) Final de carrera de límite de recorrido de alcance (105S1), de 2 contactos y lógica NC, de tipo rotativo de leva acoplada al tambor del alcance mediante cadena y piñón reductor, donde están ajustados los siguientes límites de recorrido –entre paréntesis se identifica el contacto-:

10.1) Límite de operación adelante –máximo- (105S1-1).

10.2) Límite de operación atrás –mínimo- (105S1-2).

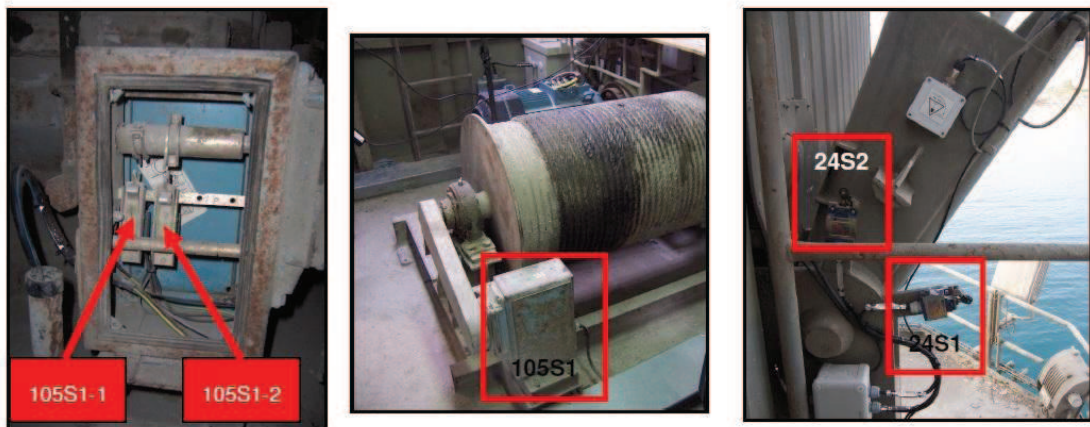


Ilustración 19. Finales carrera alcance. Izquierda: FC's límite recorrido (105S1) –leva-. Centro: localización FC's leva. Derecha: FC's emergencia (24S1/24S2).

#### **4.3. Giro gancho/cinta evacuación:**

##### **4.3.1. Descripción mecánica:**

Cada grúa dispone de un mecanismo de giro del gancho y cinta de evacuación del Cargador Fijo (cinta enganchada), el cual es accionado por un motor que, mediante un piñón, ataca la corona de giro del brazo.

Los recorridos de desplazamiento del brazo son: 0º (apoyo en plataforma), 180º (máximo giro a izquierda con cinta de evacuación enganchada) y 360º (máximo giro a derecha/izquierda con cinta de evacuación desenganchada).



El mecanismo está accionado por un motor eléctrico de jaula de ardilla de 3 KW y 4 polos, siendo accionado por un variador de frecuencia. La aceleración y deceleración serán suaves con rampas ajustables.

La velocidad máxima ajustada es la siguiente:

- Máxima de 0,25 vueltas/min. (50 Hz).

El freno es eléctrico, y va montado en la parte superior del motor. Está controlado (vía PLC) por el comando de apertura del propio variador recibido a través de comunicación PROFIBUS. En funcionamiento normal el freno deberá abrirse cuando el variador (al recibir por comunicación PROFIBUS un comando de derecha/izquierda) detecte que el motor comienza a funcionar. No lleva incorporado un contacto de apertura; sin embargo, si al cabo de un intervalo de tiempo (aprox. 500ms-2s) de recibir un comando no se detecta contactor de freno abierto, se cortará corriente al motor y al freno, provocando el consiguiente aviso/alarma. La aceleración y deceleración del alcance la efectuará el motor en funcionamiento normal, cayendo el freno una vez el accionamiento se ha parado. En caso de parada de emergencia, la deceleración la realizará el freno, que limitará el tiempo de parada.

Los límites de recorrido de operación (sólo efectivos con cinta enganchada) son establecidos por finales de carrera localizados en la cinta de evacuación.

El mecanismo de giro no dispone de FC's de emergencia.

#### 4.3.2. Descripción eléctrica:

El equipo eléctrico para protección y control del mecanismo de giro está montado y cableado en el interior del Armario H2 de la Sala Eléctrica.

Consiste en un convertidor de frecuencia ACS800 de ABB (60A1) que mueve un motor (60M1) -fabricado por ABB, tipo M3ARS100LB4- suministrado con una resistencia de caldeo de 100 W (60R1) y tres sondas PTC en serie (60B1, 60B2, 60B3) para disparo de temperatura, con las siguientes características de placa:

Tensión: 400 Vca Y	Corriente: 6,5 A	Potencia: 3 KW
Frecuencia: 50 Hz	cos $\phi$ : 0,78	Velocidad: 1430 rpm

El freno eléctrico (61Y1) -fabricado por ABB, tipo 140.6- tiene las siguientes características de placa:

Tensión: 400 Vca Y	Corriente: 0,80 A	Frecuencia: 50 Hz
Par: 38 Nm		

En el interior del Armario H2 está montado y cableado el siguiente aparellaje de protección, mando y control:

- 1) Convertidor de frecuencia (60A1), con Software Estándar y dotado de electrónica de control montada en el bastidor, con las siguientes tarjetas:

- 1.1) Tarjeta de control, cuyo terminal de conexiones –X22: 8,11- tiene exclusivamente cableada la parada de emergencia procedente del armario de protección, por medio del relé auxiliar 22K2. Esto provocará la desconexión inmediata (por cableado directo y sin rampa de deceleración) del accionamiento de giro.
- 1.2) Tarjeta de comunicación PROFIBUS-DP, RPBA-01, montada en el slot 1 de la tarjeta de control. Esta tarjeta dispone de cuatro leds para diagnóstico del estado de comunicación PROFIBUS-DP entre el maestro PROFIBUS DP (PLC) y el convertidor de frecuencia (en adelante VDF). Todos los comandos (marcha/paro, parada eléctrica, acuse alarmas, consignas velocidad) y lectura de estados/alarmas son respectivamente escritos y leídos a través de la tarjeta de comunicación RPBA-01.
- 2) Reactancia de salida (60L2), conectada entre la salida del VDF y el motor, para evitar los perniciosos efectos de los armónicos e interferencias eléctricas en el comportamiento del motor.
- 3) Chopper de frenado (montado internamente en el variador) y resistencia de frenado (60R2), esta última montada en el exterior del Armario H2. La unidad de frenado está conectada a la salida DC del circuito intermedio del VDF. La resistencia de frenado está conectada a la unidad de frenado y dispone en su interior de un termostato (60B4) que vigila la temperatura de esta resistencia. Estos dos elementos evitan la disipación de energía en el motor durante el frenado, siendo derivada esta energía a la resistencia a través de la unidad de frenado.
- 4) Interruptor magnetotérmico tripolar –distribución, en ejecución de caja moldeada, para alimentación de acometida del VDF,  $I_n=18\text{ A}$ , reg. 18-25 A- (60Q1), con contacto auxiliar cableado a PLC.
- 5) Interruptor automático bipolar (60Q2), para alimentación a 24 Vdc de la tarjeta de control del VDF y del adaptador RPBA-01, a través del bloque terminales –X34: 2,3, con contacto auxiliar cableado a PLC.
- 6) Interruptor magnetotérmico tripolar –protección de freno- (61Q1), con contacto auxiliar cableado a PLC y regulación ajustable entre 1 a 1,6 A.
- 7) Interruptor automático bipolar (65Q1), con contacto auxiliar cableado a PLC, para protección del siguiente aparellaje para mando del giro, alimentado a 230 Vca:
- 7.1) Relé de sonda PTC –disparo- (65KA1), con contacto auxiliar cableado a PLC.
- 7.2) Contactor freno (65KM1), controlado a través del relé de salida 114K1 del PLC, con contacto auxiliar cableado a PLC –confirmación de marcha-.
- 7.3) Relé auxiliar FC límite recorrido giro izquierda (65KA1).
- 7.4) Relé auxiliar FC límite recorrido giro derecha (65KA2).

En la puerta del CCM H3 (PLC) está montado y cableado el siguiente aparellaje de señalización del giro:

- 8) Piloto luminoso (26H3, ámbar) para indicación de alarma del giro, controlado a través del relé de salida 114K5 del PLC.

El giro dispone de los siguientes periféricos y elementos de campo cableados a PLC (alimentados a la tensión de control de 24 Vcc):

- 9) Final de carrera de límite de recorrido de giro a derecha (65B2), de 1 contacto y lógica NC, de tipo magnético a 230 Vca; está cableado al relé auxiliar 65KA2, cuyo contacto NA indica el estado en el PLC.
- 10) Final de carrera de límite de recorrido de giro a izquierda (65B1), de 1 contacto y lógica NC, de tipo magnético a 230 Vca; está cableado al relé auxiliar 65KA1, cuyo contacto NA indica el estado en el PLC.

Ambos finales de carrera magnéticos están localizados en la cinta de evacuación.

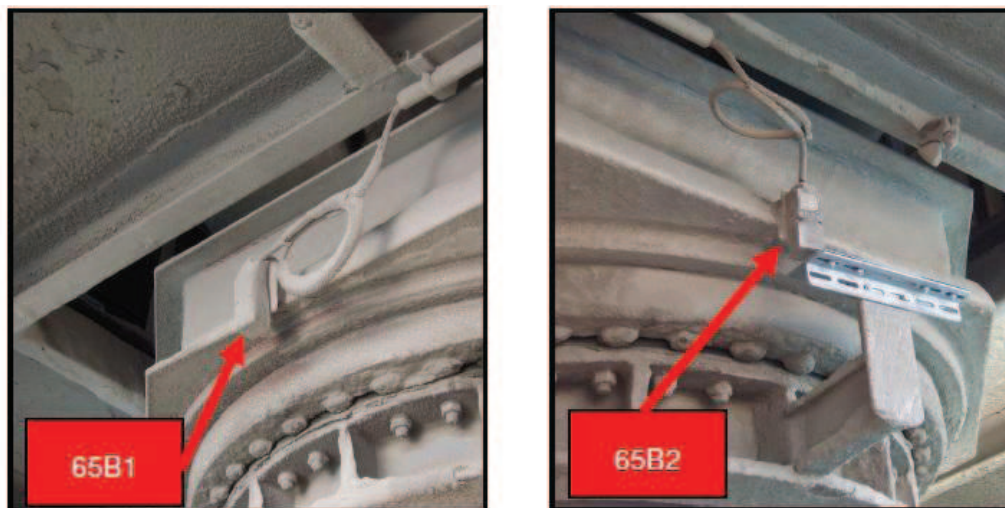


Ilustración 20. Finales carrera giro. Izquierda: FC giro izquierda; Derecha: FC giro derecha.

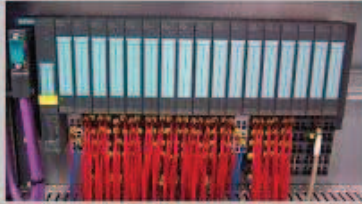
## **5. DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS SEÑALES QUE RECIBEN LOS PLC'S DE CADA GRÚA:**

### **5.1. Señales Estación Remota PLC (91A1):**

A continuación se muestran las señales conectadas a las diferentes tarjetas de que consta esta remota, situada en el armario H3:

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 40.0	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 400 Vca acometida general (20Q1)	0=OK, 1=disparo
E 40.1	<input type="checkbox"/>	Prot. eléctricas 400/230 Vca trafo servicios auxiliares (21Q2/Q3)	0=disparo, 1=OK
E 40.2	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 230 Vca limitador carga (23Q3)	0=disparo, 1=OK
E 40.3	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 230 Vca módulo seguridad (22Q1)	0=disparo, 1=OK
E 40.4	<input type="checkbox"/>	Módulo seguridad conectado (22K1)	1=conectado
E 40.5	<input type="checkbox"/>	Confirmación marcha contactor general acometida (23KM2)	1=conectado
E 40.6	<input type="checkbox"/>	Seta emergencia armario acometida Sala Eléctrica (25S4/25K4)	0=pulsada, 1=OK
E 40.7	<input type="checkbox"/>	Prot. eléctrica 230 Vca Estación Remota Cabina Mando (21Q6)	0=disparo, 1=OK

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 21. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 3

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 41.0	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 230 Vca circuito mando (23Q2)	0=disparo, 1=OK
E 41.1	<input type="checkbox"/>	Protección diferencial acometida fuerza (20K1)	0=disparo, 1=OK
E 41.2	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 230 Vca caldeo motores (31Q1)	0=disparo, 1=OK
E 41.3	<input type="checkbox"/>	Confirmación marcha contactor caldeo motores (31KM1)	1=conectado
E 41.4	<input type="checkbox"/>	Prot. eléctrica 230 Vca alimentación receptor Radio Mando (80Q1)	0=disparo, 1=OK
E 41.5	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 24 Vcc variadores frecuencia (81Q1)	0=disparo, 1=OK
E 41.6	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 24 Vcc señales emergencia (81Q2)	0=disparo, 1=OK
E 41.7	<input type="checkbox"/>	Prot. eléctrica 24 Vcc alimentación Remota PLC (80G2)	0=disparo, 1=OK

REMOTA ET-200S PLC (91A1)



ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 22. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 4



Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 42.0	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 400 Vca variador elevación (40Q1)	0=disparo, 1=OK
E 42.1	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 24 Vcc variador elevación (40Q2)	0=disparo, 1=OK
E 42.2	<input type="checkbox"/>	Termostato resistencia frenado variador elevación (40B4)	0=alarma, 1=OK
E 42.3	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 400 Vca freno elevación (41Q1)	0=OK, 1=disparo
E 42.4	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 230 Vca mando elevación (45Q1)	0=disparo, 1=OK
E 42.5	<input type="checkbox"/>	Sonda térmica motor elevación (40B1_B3/45KA1)	0=OK, 1=disparo
E 42.6	<input type="checkbox"/>	Confirmación marcha contactor freno elevación (45KM1)	1=conectado
E 42.7	<input type="checkbox"/>	Seta emergencia elevación (25S2/25K2)	0=pulsada, 1=OK

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 23. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 5

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 43.0	<input type="checkbox"/>	Final carrera límite +8º cinta evacuación (103S2)	1=permiso arranque
E 43.1	<input type="checkbox"/>	Final carrera elevación -8º -abajo- (103S1-2)	0=actuado, 1=sin actuar
E 43.2	<input type="checkbox"/>	Final carrera elevación +20º -arriba- (103S1-1)	0=actuado, 1=sin actuar
E 43.3	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 43.4	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 43.5	<input type="checkbox"/>	FC emergencia subir cinta evacuación - +20º- (24S3/24K3)	0=actuado, 1=sin actuar
E 43.6	<input type="checkbox"/>	FC emergencia bajar cinta evacuación - -8º- (24S4/24K4)	0=actuado, 1=sin actuar
E 43.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA	

REMOTA ET-200S PLC (91A1)

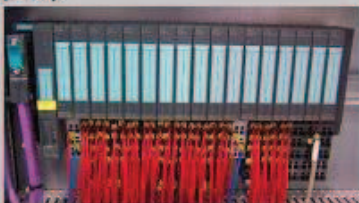


ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 24. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 6

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 44.0	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 400 Vca variador alcance (50Q1)	0=disparo, 1=OK
E 44.1	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 24 Vcc variador alcance (50Q2)	0=disparo, 1=OK
E 44.2	<input type="checkbox"/>	Termostato resistencia frenado variador alcance (50B4)	0=alarma, 1=OK
E 44.3	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 400 Vca freno alcance (51Q1)	0=OK, 1=disparo
E 44.4	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 230 Vca mando alcance (55Q1)	0=disparo, 1=OK
E 44.5	<input type="checkbox"/>	Sonda térmica motor alcance (50B1_B3/55KA1)	0=OK, 1=disparo
E 44.6	<input type="checkbox"/>	Confirmación marcha contactor freno alcance (55KM1)	1=conectado
E 44.7	<input type="checkbox"/>	Seta emergencia alcance (25S3/25K3)	0=pulsada, 1=OK

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 25. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 7

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 45.0	<input type="checkbox"/>	Final carrera emergencia alcance máximo -adelante- (24S1/24K1)	0=actuado, 1=sin actuar
E 45.1	<input type="checkbox"/>	Final carrera emergencia alcance mínimo -atrás- (24S2/24K2)	0=actuado, 1=sin actuar
E 45.2	<input type="checkbox"/>	FC límite operación alcance máximo -adelante- (105S1.1)	0=actuado, 1=sin actuar
E 45.3	<input type="checkbox"/>	FC límite operación alcance mínimo -atrás- (105S1.2)	0=actuado, 1=sin actuar
E 45.4	<input type="checkbox"/>	Aviso sobrecarga limitador carga -8 Tn- (23A1-OUT1)	0=alarma, 1=OK
E 45.5	<input type="checkbox"/>	Alarma sobrecarga limitador carga -11,5 Tn- (23A1-OUT2)	0=alarma, 1=OK
E 45.6	<input type="checkbox"/>	Limitador carga disponible (23A1-OUT3)	0=alarma, 1=OK
E 45.7	<input type="checkbox"/>	Avería limitador carga (23A1-OUT4)	0=alarma, 1=OK

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 26. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 8

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 46.0	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 400 Vca variador giro (60Q1)	0=disparo, 1=OK
E 46.1	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 24 Vcc variador giro (60Q2)	0=disparo, 1=OK
E 46.2	<input type="checkbox"/>	Termostato resistencia frenado variador giro (60B4)	0=alarma, 1=OK
E 46.3	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 400 Vca freno giro (61Q1)	0=OK, 1=disparo
E 46.4	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 230 Vca mando giro (65Q1)	0=disparo, 1=OK
E 46.5	<input type="checkbox"/>	Sonda térmica motor giro (60B1_B3/65KA1)	0=OK, 1=disparo
E 46.6	<input type="checkbox"/>	Confirmación marcha contactor freno giro (65KM1)	1=conectado
E 46.7	<input type="checkbox"/>	Seta emergencia giro (25S1/25K1)	0=pulsada, 1=OK

REMOTA ET-200S PLC (91A1)

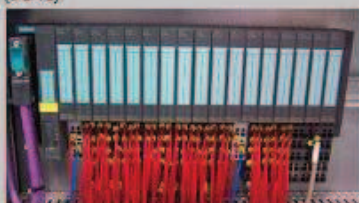


ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	SD	SD	SD	SD	EA
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	

Ilustración 27. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 9

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 47.0	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 47.1	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 47.2	<input type="checkbox"/>	Final carrera límite operación giro izquierda (65B1)	0=actuado, 1=sin actuar
E 47.3	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 47.4	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 47.5	<input type="checkbox"/>	Final carrera límite operación giro derecha (65B2)	0=actuado, 1=sin actuar
E 47.6	<input type="checkbox"/>	Final carrera gancho en cinta evacuación (107S3)	0=libre, 1=enganchado
E 47.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA	

REMOTA ET-200S PLC (91A1)



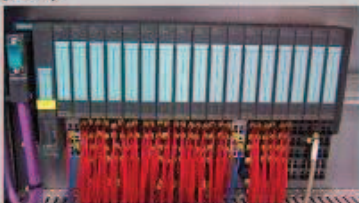
ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	SD	SD	SD	SD	EA
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	

Ilustración 28. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 10



Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 48.0	<input type="checkbox"/>	Pulsador MARCHA GRUA -Radio Mando- (89A1-K2)	0=inactive, 1=pulsado
E 48.1	<input type="checkbox"/>	Emisor radio mando EN SERVICIO (89A1-STOP)	0=fuera servicio, 1=en servicio
E 48.2	<input type="checkbox"/>	Pulsador MARCHA CARGADOR FIJO -Radio Mando- (89A1-K6)	0=inactive, 1=pulsado
E 48.3	<input type="checkbox"/>	Pulsador PARADA CARGADOR FIJO -Radio Mando- (89A1-K7)	0=inactive, 1=pulsado
E 48.4	<input type="checkbox"/>	Pulsador SUBIR TELESCOP. CARG. FIJO -Radio- (89A1-K4)	0=inactive, 1=pulsado
E 48.5	<input type="checkbox"/>	Pulsador BAJAR TELESCOP. CARG. FIJO -Radio- (89A1-K3)	0=inactive, 1=pulsado
E 48.6	<input type="checkbox"/>	Pulsador MARCHA SECUENCIA CARG. FIJO -Radio- (89A1-K9)	0=inactive, 1=pulsado
E 48.7	<input type="checkbox"/>	Pulsador PARADA SECUENCIA CARG. FIJO -Radio- (89A1-K8)	0=inactive, 1=pulsado

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 29. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 11

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 49.0	<input type="checkbox"/>	Selector modo carga NORMAL / A GRANEL -Radio- (89A1-K15)	0=NORMAL, 1=A GRANEL
E 49.1	<input type="checkbox"/>	Pulsador RESET AVERÍAS -Radio Mando- (81A1-K5)	0=inactive, 1=pulsado
E 49.2	<input type="checkbox"/>	Pulsador VISUALIZAR AVERIAS EMISOR -Radio- (81A1-K10)	0=inactive, 1=pulsado
E 49.3	<input type="checkbox"/>	Selector modo funcion. CARGADOR / GRUA -Radio- (89A1-K14)	0=CARGADOR, 1=GRUA
E 49.4	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 49.5	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 49.6	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 49.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA	

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 30. Remota 91A1-Tarjeta entradas digitales puesto 12



Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal
A 40.0	<input type="checkbox"/>	PLC "run" CARGADOR MOVIL -GRUA- (112K1)
A 40.1	<input type="checkbox"/>	Comunicación PROFIBUS CARGADOR MOVIL -GRUA- (112K2)
A 40.2	<input type="checkbox"/>	Reset módulo seguridad CARGADOR MOVIL -GRUA- (112K3)
A 40.3	<input type="checkbox"/>	Puesta en servicio CARGADOR MOVIL -GRUA- desde Radio Mando (112K4)
A 40.4	<input type="checkbox"/>	Puenteo FC emergencia alcance máximo CARGADOR MOVIL -GRUA- (112K5)
A 40.5	<input type="checkbox"/>	Puenteo FC emergencia alcance mínimo CARGADOR MOVIL -GRUA- (112K6)
A 40.6	<input type="checkbox"/>	Puenteo FC emergencia subir elevación CARGADOR MOVIL -GRUA- (112K7)
A 40.7	<input type="checkbox"/>	Puenteo FC emergencia bajar elevación CARGADOR MOVIL -GRUA- (112K8)

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 31. Remota 91A1-Tarjeta salidas digitales puesto 14

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal
A 41.0	<input type="checkbox"/>	Marcha contactor caldeo motores (113K1)
A 41.1	<input type="checkbox"/>	Tarado limitador de carga (113K2)
A 41.2	<input type="checkbox"/>	RESERVA (113K3)
A 41.3	<input type="checkbox"/>	RESERVA (113K4)
A 41.4	<input type="checkbox"/>	Marcha contactor freno elevación (113K5)
A 41.5	<input type="checkbox"/>	RESERVA (113K6)
A 41.6	<input type="checkbox"/>	Marcha contactor freno alcance (113K7)
A 41.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA (113K8)

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 32. Remota 91A1-Tarjeta salidas digitales puesto 15

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal
A 42.0	<input type="checkbox"/>	Marcha contactor freno giro (114K1)
A 42.1	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 42.2	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Fallo elevación" -Sala Eléctrica- (114K3/26H1)
A 42.3	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Fallo alcance" -Sala Eléctrica- (114K4/26H2)
A 42.4	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Fallo giro" -Sala Eléctrica- (114K5/26H3)
A 42.5	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 42.6	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 42.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 33. Remota 91A1-Tarjeta salidas digitales puesto 16

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal
A 43.0	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 43.1	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 43.2	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 43.3	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 43.4	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 43.5	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 43.6	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 43.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA

REMOTA ET-200S PLC (91A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 34. Remota 91A1-Tarjeta salidas digitales puesto 17

Dirección	Valor	Canal	Tipo señal	Descripción señal
PEW250	0	0	4-20 mA 2 hilos	Peso limitador de carga -Tn- (23A1)
PEW252	0	1	4-20 mA 2 hilos	RESERVA

REMOTA ET-200S PLC (91A1)



ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	SD 14	SD 15	SD 16	SD 17	EA 18
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Ilustración 35. Remota 91A1-Tarjeta entradas analógicas puesto 18

## 5.2. Señales Estación Remota Cabina Mando (134A1):

A continuación se muestran las señales conectadas a las diferentes tarjetas de que consta esta remota, situada en el armario H5:

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 100.0	<input type="checkbox"/>	Protección eléctrica 230 Vca anemómetro (130Q3)	0=disparo, 1=OK
E 100.1	<input type="checkbox"/>	Prot. eléctrica 24 Vcc alimentación Remota Cabina (130G2)	0=disparo, 1=OK
E 100.2	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 100.3	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 100.4	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 100.5	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 100.6	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 100.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA	

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)



ED  
3

ED  
4

ED  
5

ED  
6

ED  
7

ED  
8

ED  
9

ED  
10

SD  
12

SD  
13

SD  
14


SD  
15

EA  
16

Ilustración 36. Remota 134A1-Tarjeta entradas digitales puesto 3

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 101.0	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - bit D1 (141S1_D1)	0=inactivo, 1=activo
E 101.1	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - bit D2 (141S1_D2)	0=inactivo, 1=activo
E 101.2	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - bit D3 (141S1_D3)	0=inactivo, 1=activo
E 101.3	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - bit D4 (141S1_D4)	0=inactivo, 1=activo
E 101.4	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - bit D5 (141S1_D5)	0=inactivo, 1=activo
E 101.5	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - bit D6 (141S1_D6)	0=inactivo, 1=activo
E 101.6	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - dirección SUBIR (141S1_S)	0=inactivo, 1=activo
E 101.7	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - dirección BAJAR (141S1_B)	0=inactivo, 1=activo

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)



ED  
3

ED  
4

ED  
5

ED  
6

ED  
7

ED  
8

ED  
9

ED  
10

SD  
12

SD  
13

SD  
14

SD  
15


EA  
16

Ilustración 37. Remota 134A1-Tarjeta entradas digitales puesto 4



Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 102.0	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance - bit D1 (142S1.1_D1)	0=inactivo, 1=activo
E 102.1	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance - bit D2 (142S1.1_D2)	0=inactivo, 1=activo
E 102.2	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance - bit D3 (142S1.1_D3)	0=inactivo, 1=activo
E 102.3	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance - bit D4 (142S1.1_D4)	0=inactivo, 1=activo
E 102.4	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance - bit D5 (142S1.1_D5)	0=inactivo, 1=activo
E 102.5	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance - bit D6 (142S1.1_D6)	0=inactivo, 1=activo
E 102.6	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance - dirección ATRAS (142S1.1_ATR)	0=inactivo, 1=activo
E 102.7	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance - dirección ADELANTE (142S1.1_AD)	0=inactivo, 1=activo

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 38. Remota 134A1-Tarjeta entradas digitales puesto 5

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 103.0	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro giro - bit D1 (142S1.2_D1)	0=inactivo, 1=activo
E 103.1	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro giro - bit D2 (142S1.2_D2)	0=inactivo, 1=activo
E 103.2	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro giro - bit D3 (142S1.2_D3)	0=inactivo, 1=activo
E 103.3	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro giro - bit D4 (142S1.2_D4)	0=inactivo, 1=activo
E 103.4	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro giro - bit D5 (142S1.2_D5)	0=inactivo, 1=activo
E 103.5	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro giro - bit D6 (142S1.2_D6)	0=inactivo, 1=activo
E 103.6	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro giro - dirección DERECHA (142S1.2_D)	0=inactivo, 1=activo
E 103.7	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro giro - dirección IZQUIERDA (142S1.2_I)	0=inactivo, 1=activo

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 39. Remota 134A1-Tarjeta entradas digitales puesto 6

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 104.0	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - Hombre Muerto (141S1_HM)	0=inactive, 1=activo
E 104.1	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro elevación - Punto 0 (141S1_0)	0=inactive, 1=activo
E 104.2	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance/giro - Hombre Muerto (142S1_HM)	0=inactive, 1=activo
E 104.3	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro alcance - Punto 0 (142S1.1_0)	0=inactive, 1=activo
E 104.4	<input type="checkbox"/>	Controlador maestro giro - Punto 0 (142S1.2_0)	0=inactive, 1=activo
E 104.5	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 104.6	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 104.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA	

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 40. Remota 134A1-Tarjeta entradas digitales puesto 7

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 105.0	<input type="checkbox"/>	Seta emergencia Cabina de Mando (145S1)	0=pulsada, 1=OK
E 105.1	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 105.2	<input type="checkbox"/>	Selector bypass FC emergencia elevación (145S2)	0=inactive, 1=bypass
E 105.3	<input type="checkbox"/>	Selector bypass FC emergencia alcance (145S3)	0=inactive, 1=bypass
E 105.4	<input type="checkbox"/>	Selector modo carga NORMAL / A GRANEL (145S4)	0=NORMAL, 1=A GRANEL
E 105.5	<input type="checkbox"/>	Pulsador PRUEBA LAMPARAS (145S5)	0=inactive, 1=pulsado
E 105.6	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 105.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA	

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)



ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 41. Remota 134A1-Tarjeta entradas digitales puesto 8

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 106.0	<input type="checkbox"/>	Selector modo funcionamiento GRUA / CARGADOR (146S1)	0=GRUA, 1=CARGADOR
E 106.1	<input type="checkbox"/>	Pulsador SUBIR TELESOPICO CARGADOR FIJO (146S2)	0=activo, 1=pulsado
E 106.2	<input type="checkbox"/>	Pulsador BAJAR TELESOPICO CARGADOR FIJO (146S3)	0=activo, 1=pulsado
E 106.3	<input type="checkbox"/>	Pulsador MARCHA CARGADOR FIJO (146S4)	0=activo, 1=pulsado
E 106.4	<input type="checkbox"/>	Pulsador MARCHA GRUA (146S5)	0=activo, 1=pulsado
E 106.5	<input type="checkbox"/>	Pulsador PARADA GRUA (146S6)	0=pulsado, 1=activo
E 106.6	<input type="checkbox"/>	Pulsador RADIO MANDO ACTIVO (146S7)	0=activo, 1=pulsado
E 106.7	<input type="checkbox"/>	Pulsador RESET ALARMAS (146S8)	0=activo, 1=pulsado

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 42. Remota 134A1-Tarjeta entradas digitales puesto 9

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal	Lógica
E 107.0	<input type="checkbox"/>	Pulsador MARCHA SECUENCIA CARGADOR FIJO (147S1)	0=activo, 1=pulsado
E 107.1	<input type="checkbox"/>	Pulsador PARADA SECUENCIA CARGADOR FIJO (147S2)	0=pulsado, 1=activo
E 107.2	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 107.3	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 107.4	<input type="checkbox"/>	Aviso anemómetro (> 74 Km/h) (130A1-R1)	0=OK, 1=alarma
E 107.5	<input type="checkbox"/>	Alarma anemómetro (> 97 Km/h) (130A1-R2)	0=OK, 1=alarma
E 107.6	<input type="checkbox"/>	RESERVA	
E 107.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA	

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 43. Remota 134A1-Tarjeta entradas digitales puesto 10



Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal
A 100.0	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Bypass FC emergencia elevación" (145H1)
A 100.1	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Bypass FC emergencia alcance" (145H2)
A 100.2	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 100.3	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Fallo giro" (150H1)
A 100.4	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Fallo elevación" (150H2)
A 100.5	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Fallo alcance" (150H3)
A 100.6	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Fallo comunicación PROFIBUS Grúa" (150H4)
A 100.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)




ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 44. Remota 134A1-Tarjeta salidas digitales puesto 12

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal
A 101.0	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "GRUA en marcha" (146H1)
A 101.1	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "GRUA parada/fallo" (146H2)
A 101.2	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "AVISO / ALARMA anemómetro" (151H1)
A 101.3	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Sobrecarga PESO" (151H2)
A 101.4	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "Cinta evacuación ENGANCHADA" (151H3)
A 101.5	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "RADIO MANDO seleccionado" (146H3)
A 101.6	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "MARCHA SECUENCIAL Cargador Fijo" (147H1)
A 101.7	<input type="checkbox"/>	Lámpara señalización "PARADA SECUENCIAL Cargador Fijo" (147H2)

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)



ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16
------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Ilustración 45. Remota 134A1-Tarjeta salidas digitales puesto 13



Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal
A 102.0	<input type="checkbox"/>	Señalización acústica alarmas (152K1)
A 102.1	<input type="checkbox"/>	Marcha secuencial a CARGADOR FIJO (152K2)
A 102.2	<input type="checkbox"/>	Parada secuencial a CARGADOR FIJO (152K3)
A 102.3	<input type="checkbox"/>	Modo de carga A GRANEL a CARGADOR FIJO (152K4)
A 102.4	<input type="checkbox"/>	Cierre contactor general a CARGADOR FIJO (152K5)
A 102.5	<input type="checkbox"/>	PARADA EMERGENCIA a CARGADOR FIJO (152K6)
A 102.6	<input type="checkbox"/>	Subir telescópico a CARGADOR FIJO (152K7)
A 102.7	<input type="checkbox"/>	Bajar telescópico a CARGADOR FIJO (152K8)

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)															
															
ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16			

Ilustración 46. Remota 134A1-Tarjeta salidas digitales puesto 14

Dirección BYTE.bit	Estado	Descripción señal
A 103.0	<input type="checkbox"/>	Marcha captaciones a CARGADOR FIJO (153K1)
A 103.1	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 103.2	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 103.3	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 103.4	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 103.5	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 103.6	<input type="checkbox"/>	RESERVA
A 103.7	<input type="checkbox"/>	RESERVA



REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)															
															
ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16			

Ilustración 47. Remota 134A1-Tarjeta salidas digitales puesto 15

Dirección	Valor	Canal	Tipo señal	Descripción señal
PEW340	0	0	4-20 mA 2 hilos	Velocidad del viento -Km/h- (130A1)
PEW342	0	1	4-20 mA 2 hilos	RESERVA

REMOTA ET-200S CABINA DE MANDO (134A1)



ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	SD 12	SD 13	SD 14	SD 15	EA 16
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Ilustración 48. Remota 134A1-Tarjeta entradas analógicas puesto 16